



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS

TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS

TÍTULO:

“Sistema de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental de los Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (SIGAM-SCIII)”

AUTOR:

Br. Raphael Alexander López Gutiérrez

2007-21635

TUTOR:

Msc. Patricia Lacayo Cruz.

Managua, Octubre de 2012

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de entrevista con el responsable de la Unidad Ejecutora de Proyecto (UEP) de AMUSCLAM.

Anexo 2. Entrevista a responsable de Unidades de Gestión Ambiental (UGA).

Anexo 3. Modelo de ficha de diagnóstico de la infraestructura tecnológica de las Unidades de Gestión Ambiental.

Anexo 4. Formato de entrevista para el informático de la UEP.

Anexo 5. Modelo de notas.

Anexo 6. Informe estado de calidad ambiental de la Sub Cuenca

Anexo 7. Requerimientos de hardware y software

Anexo 8. Cálculo de tiempo de transferencia de datos

Anexo 9. Taller de capacitación

Anexo 10. Ahorro en términos de tiempo de la implementación del sistema

Anexo 11. COCOMO II

Anexo 12. Nómina

Anexo 13. Cálculo de energía eléctrica

Anexo 14. Papelería y útiles de oficina

Anexo 15. Plantillas de Coleman

Anexo 16. Diagramas de secuencia

Anexo 17. Diagramas de colaboración

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos	3
III. JUSTIFICACIÓN	4
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Sistemas de Información.....	6
4.1.1 Proceso de desarrollo de un sistema de información	6
4.1.2 Sistemas de Información Web	7
4.1.3 Metodología UWE (UML-Based Web Engineering)	9
4.1.4 UWE y su relación con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML)	10
4.2 Calidad y Gestión Ambiental.....	12
4.2.1 La valoración de la calidad ambiental.....	13
4.2.2 Indicadores de calidad y gestión ambiental.....	13
CAPÍTULO I: ESTUDIO PRELIMINAR	17
1.1 Ámbito de la Propuesta	17
1.2 Descripción de la Organización	17
1.2.1 Misión	17
1.2.2 Estructura Organizacional	18
1.3 Descripción de la Situación Actual	18
1.4 Ventajas e Impacto de la propuesta	22
1.5 Técnicas de recopilación de la información.....	23
1.6 Estudio de Factibilidad.....	24
1.6.1 Factibilidad Técnica.....	24
1.6.2 Factibilidad Operativa	29
1.6.3 Factibilidad Económica	31

CAPÍTULO II: ANÁLISIS DEL SISTEMA	38
2.1 Objetivos del sistema.....	38
2.2 Definición de actores	38
2.3 Requerimientos funcionales	40
2.4 Requerimientos no funcionales	40
2.5. Modelo del negocio	41
2.6 Diagramas de actividad.....	43
2.7 Casos de uso del sistema	48
2.8 Descripción de Casos de Uso	48
2.9 Diagramas de casos de uso	50
2.10. Validación de requerimientos.....	53
CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA	55
3.1 Diseño del software	55
3.1.1 Modelo de contenido (Diagrama de Clases).....	55
3.1.2 Diagramas de secuencia.....	57
3.1.3. Diagramas de colaboración.....	64
3.1.4 Modelo de navegación.....	72
3.1.5. Modelo de presentación.....	73
3.1.6. Modelo de proceso	89
3.1.7. Diagramas de estado	90
3.2. Diseño de la base de datos	92
3.3. Diseño de interfaces gráficas de usuario (GUI).....	93
3.3.1 Principios generales de diseño de interfaces gráficas de usuario	93
V. CONCLUSIONES.....	97
VI. RECOMENDACIONES	99
VII. BIBLIOGRAFÍA	100
7.1 Bibliografía	100
7.2. Bibliografía Electrónica	101

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas de información basados en web se han convertido en herramientas esenciales para la toma de decisiones, la comunicación y transferencia de información desde cualquier lugar, debido a su alta disponibilidad.

La Asociación de Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (AMUSCLAM) es una instancia de pares dirigida por la Alcaldía de Managua creada ante la necesidad de encontrar alternativas que permitan controlar, reducir y mitigar las problemáticas ambientales en las unidades territoriales que forman parte de la Sub Cuenca III: Managua (Distrito V, VI y VII), Nindirí, Ticuantepe, la Concepción y el Crucero, y cuya misión es rescatar, conservar, ordenar y desarrollar de forma sostenible dicho territorio.

Una de las herramientas esenciales para el cumplimiento de su misión y objetivos es el *monitoreo de la calidad ambiental* por medio de la realización de valoraciones del estado de la calidad de vida y gestión ambiental de los municipios y distritos, por medio de la Unidad Ejecutora de Proyectos (UEP)¹ y las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) ubicadas en las alcaldías. El problema que se presenta es la pérdida de calidad de la información generada en las valoraciones, cuyo proceso se realiza de forma semi-automatizada mediante formatos en Microsoft Excel, lo que produce: dispersión, pérdida y datos no actualizados, un prolongado tiempo procesamiento y elaboración de informes del estado de la calidad ambiental e incide en la falta de precisión de los mismos. Esta problemática requiere del desarrollo de una alternativa técnica en la lógica de sistemas de información que facilite la ejecución de los procesos involucrados en la valoración ambiental.

¹La UEP es la responsable de garantizar la efectiva, racional y transparente ejecución de las funciones de AMUSCLAM.

En este marco, surge el presente trabajo monográfico que consiste en el desarrollo del Sistema de Información Web de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental que permita a AMUSCLAM obtener, sistematizar, intercambiar y transferir la información sobre el estado y calidad ambiental actual y tendencias de los recursos, bienes y servicios ambientales de la Cuenca Sur del Lago de Managua de forma periódica, con fines asertivos en la toma de decisiones alrededor de la recuperación y conservación de la misma.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Desarrollar el Sistema de Información Web de Monitoreo de Calidad y Gestión Ambiental para la Asociación de Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (AMUSCLAM).

2.2. Objetivos Específicos

- Analizar el modelo de negocios a fin de identificar los requerimientos del Sistema.
- Realizar un análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la implementación del sistema.
- Diseñar el sistema utilizando la metodología UWE.
- Programar la interfaz gráfica del usuario (GUI) del Sistema de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental.

III. JUSTIFICACIÓN

AMUSCLAM es el programa responsable de representar los intereses de las cinco municipalidades que integran la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua por medio de la prevención y control de la contaminación y erosión, preservación de suelos, promoción y desarrollo de proyectos que favorezcan a la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente de la Sub Cuenca III, entre otros. Por tanto, conocer de forma precisa el estado de la calidad ambiental es de suma importancia para la creación de estrategias que contribuyan al cumplimiento de su misión y por ende al mejoramiento de la calidad de vida de la población del territorio.

El desarrollo del Sistema de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental de los Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (SIGAM-SCIII), facilitará a AMUSCLAM identificar aquellas zonas que presentan problemas ambientales y a partir de ello, focalizar esfuerzos para su mitigación.

Con la implementación de SIGAM-SCIII se reducirán significativamente los tiempos de solicitud y elaboración de informes, incrementando así la productividad de quienes ejecutan esta función y en consecuencia la efectividad de la organización. También, permitirá a las UGA incorporar con mayor facilidad los datos necesarios para las valoraciones ambientales, disminuyendo el tedio que implica retroalimentar las matrices de datos en los actuales formatos en Microsoft Excel.

SIGAM-SCIII será una herramienta para la toma de decisiones alrededor de la recuperación y conservación de la Sub Cuenca III, ya que permitirá medir el impacto de las acciones de AMUSCLAM en las municipalidades dentro de la misma, a través de los indicadores y la generación de informes del estado de la calidad ambiental de la Sub cuenca III.

El sistema además será un referente de temas monográficos para estudiantes de ingeniería civil, arquitectura y carreras afines de las distintas universidades del país, puesto que AMUSCLAM pondrá a su disposición los problemas ambientales que se identifiquen en las municipalidades de la Cuenca Sur del Lago de Managua, con el objetivo de que se creen soluciones pertinentes en pro del bienestar de la sociedad.

Los beneficios que AMUSCLAM obtendrá por medio de la implementación del sistema serán:

- Centralización de la información ambiental.
- Instrumento útil para la toma de decisiones.
- Disponibilidad para la obtención de la información de la calidad ambiental.
- Optimización del tiempo empleado en la solicitud y generación de información asociada al estado de calidad ambiental de las municipalidades de la Sub Cuenca III.
- Mayor seguridad en el registro, almacenamiento y presentación de la información.
- Facilidad en la incorporación de los datos sobre indicadores de calidad y gestión ambiental.

IV. MARCO TEÓRICO

Considerando que el objetivo de la presente obra es el desarrollo del Sistema Información Web de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental de los Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (SIGAM-SCIII), es necesario fundamentar sus bases teóricas, para lo cual se abordarán conceptos básicos hasta llegar a los específicos utilizados en el desarrollo de la investigación.

4.1. Sistemas de Información

Un Sistema de Información (SI) es un conjunto de elementos que interactúan con el fin de apoyar las actividades de una empresa o negocio. Los elementos de un sistema de información normalmente incluyen: el equipo computacional o hardware, el recurso humano, los datos o información fuente, los programas, las telecomunicaciones y los procedimientos tales como las políticas y las reglas de operación².

4.1.1 Proceso de desarrollo de un sistema de información

Todo software independientemente de la categoría en la que se encuentre, sigue un proceso de desarrollo con estándares que aseguran su calidad. En la construcción de **SIGAM-SCIII** se empleará UWE (UML-Based Web Engineering), una metodología de desarrollo web basada en el Proceso Unificado (RUP), por lo que resulta necesario contextualizar este último.

El proceso unificado (RUP) constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. Esta puede verse como una metodología adaptable, es

² Cohen Karen, Daniel y Asín Lares, Enrique. **Sistemas de información para los negocios: un enfoque para la toma de decisiones.**

decir, puede ser modificada según las necesidades de la organización con relación al sistema de información a desarrollarse.³

RUP es una metodología iterativa y por incrementos consta de una serie de flujos de trabajo o workflow's que corresponden a las fases del paradigma tradicional y se dividen en cinco básicos⁴:

- **Requisitos:** Se extraen los requisitos del cliente a fin de conocer lo que se debe construir.
- **Análisis:** Se analizan, estructuran y refinan los requisitos descritos en la fase anterior con el objetivo de conseguir una comprensión más precisa de los requerimientos para estructurar el sistema entero, incluyendo la arquitectura.
- **Diseño:** Se modela el sistema y se encuentra la estructura para el soporte de todos los requisitos.
- **Implementación:** Es la traducción del diseño del sistema en términos de componentes, es decir un lenguaje de programación apropiado.
- **Pruebas:** Es la etapa de verificación de la implementación probando cada construcción, incluyendo construcciones internas e intermedias, así como las versiones finales entregadas a terceros.

4.1.2 Sistemas de Información Web

Un Sistema de Información y Aplicaciones Basados en Web (WebApp) son una categoría de software⁵ que puede ser accedido desde un servidor web y ofrece un complejo arreglo de contenido y funcionalidad a una gran población de usuarios finales⁶. Este tipo de sistemas presenta los siguientes atributos⁷:

³Schach, Stephen. **Análisis y diseño orientado a objetos con UML y el proceso unificado**.

⁴Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2000). **El Proceso Unificado de Desarrollo de Software**. Madrid: Pearson Educación S.A

⁵Pressman, Roger. (2006). **Ingeniería de Software un enfoque práctico** (6ta Ed.). McGraw Hill: México.

⁶Ídem.

⁷Ídem.

- **Intensidad de la red:** Reside en la red y debe satisfacer una amplia gama de usuarios. Pueden ubicarse en la Internet (y, en consecuencia, permitir una comunicación mundial abierta). Alternativamente puede colocarse en una Intranet (lo que implementa la comunicación en una organización) o en una Extranet (comunicación inter-red).
- **Concurrencia:** Un gran número de usuarios puede tener acceso al sistema basado en web al mismo tiempo. En muchos casos los patrones de uso de los mismos pueden variar enormemente.
- **Carga impredecible:** El número de usuarios puede variar en órdenes de magnitud día con día.
- **Disponibilidad:** Los usuarios de los sistemas web demandan una disponibilidad sobre una base de 24/7/365.
- **Inmediatez:** Aunque es una característica de muchos dominios de aplicación –categorías de software-, los sistemas basados en web con frecuencia muestran un tiempo para comercializar que puede ser cuestión de días y semanas. Por lo cual resulta necesario adaptar las etapas de su desarrollo a tiempos generalmente escasos.
- **Evolución continua:** Los sistemas basados en web evolucionan de manera continua, a diferencia de las aplicaciones de software convencionales, que evolucionan a lo largo de una serie de planeadas liberaciones espaciadas cronológicamente.

Además de los atributos antes descritos los sistemas y aplicaciones basados en web poseen una alta independencia de plataforma, lo que representa un beneficio desde la perspectiva del costo y tiempo de desarrollo, ya que no se requiere crear un sistema para cada ambiente.

Los sistemas basados en web, al igual que otras categorías de software, requieren de estándares permitan estructurar comunicar, entender, simplificar y formalizar tanto el dominio como las decisiones de diseño, así como disponer de documentación detallada del software, y sobre todo asegurar su calidad, la cual engloba desde aspectos estéticos hasta la seguridad en la comunicación⁸, ante esta necesidad surge la Ingeniería Web (IWeb).

La Ingeniería Web trata con enfoques disciplinarios y sistemáticos para el desarrollo, despliegue y mantenimiento de los sistemas y aplicaciones basados en web⁹.

En este contexto se fundamenta la selección del tipo de sistema de información a desarrollar en la presente investigación, así como la metodología a emplear en el mismo a fin crear una solución pertinente al problema identificado en el proceso de indicadores de calidad y gestión ambiental en AMUSCLAM.

4.1.3 Metodología UWE (UML-Based Web Engineering)

UWE (UML-Based Web Engineering) es una propuesta de Ingeniería Web basada en UML y en el Proceso Unificado de Modelado (RUP por sus siglas en inglés Rational Unified Process) para modelar sistemas y aplicaciones web. Esta propuesta está formada por una notación para la especificación del dominio y un modelo para llevar a cabo el desarrollo del proceso de modelado. Los sistemas adaptativos y la sistematización son dos aspectos sobre los que se enfoca UWE¹⁰.

⁸Ídem.

⁹Ídem.

¹⁰ Universidad Carlos III Madrid (2010). **Estudio de UWE.**

El modelo que propone UWE está compuesto por 6 etapas o sub-modelos:

1. **Modelo de Casos de Uso:** modelo para capturar los requisitos del sistema.
2. **Modelo de Contenido:** es un modelo conceptual para el desarrollo del contenido.
3. **Modelo de Usuario:** es modelo de navegación, en el cual se incluyen modelos estáticos y modelos dinámicos.
4. **Modelo de estructura:** en el cual se encuentra la presentación del sistema y el modelo de flujo.
5. **Modelo Abstracto:** incluye el modelo a de interfaz de usuario y el modelo de ciclo de vida del objeto.

En cuanto a los requisitos, UWE los clasifica dependiendo del carácter de cada uno. Además distingue entre las fases de captura, definición y validación de requisitos e integra funcionalidades que abarcan áreas relacionadas con la web como la navegación, presentación, los procesos de negocio y los aspectos de adaptación¹¹.

4.1.4 UWE y su relación con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) prescribe un conjunto de notaciones y diagramas estándar para modelar sistemas orientados a objetos, y describe la semántica esencial de lo que estos diagramas y símbolos significan. Mientras que ha habido muchas notaciones y métodos usados para el diseño orientado a objetos, ahora los modeladores sólo tienen que aprender una única notación. UML ofrece nueve diagramas en los cuales modelar sistemas¹².

¹¹ Ídem.

¹² Popkin Software and Systems, Modelado de Sistemas con UML, pág. 6.

- Diagramas de Casos de Uso para modelar los procesos.
- Diagramas de Secuencia para modelar el paso de mensajes entre objetos.
- Diagramas de Colaboración para modelar interacciones entre objetos.
- Diagramas de Estado para modelar el comportamiento de los objetos en el sistema.
- Diagramas de Actividad para modelar el comportamiento de los Casos de Uso, objetos u operaciones.
- Diagramas de Clases para modelar la estructura estática de las clases en el sistema.
- Diagramas de Objetos para modelar la estructura estática de los objetos en el sistema.
- Diagramas de Componentes para modelar componentes.
- Diagramas de Implementación para modelar la distribución del sistema.

Se seleccionó UWE como metodología para el desarrollo del Sistema de Información Web de Monitoreo de Calidad y Gestión Ambiental por ser específica para el desarrollo de sistemas web y debido a su alta relación con UML (Lenguaje Unificado de Modelado), dado que UWE se define como una extensión ligera de UML e incluye en su definición tipos, etiquetas de valores y restricciones para las características específicas del diseño Web, las cuales, unidas a las definiciones de UML forman el conjuntos de objetos de modelado que se usarán para el desarrollo del modelo utilizado en UWE.

4.2 Calidad y Gestión Ambiental

*La **calidad ambiental** es el concepto evolucionado de calidad de vida, desde el enfoque sistémico, espacial y temporal del ambiente*¹³. Se parte de la premisa de que el desarrollo no puede ser sustentable sin el concepto de calidad de vida, cuyo criterio es inevitable al momento de determinar, identificar y evaluar los sistemas de asentamientos humanos.

La calidad de vida expresa las interconexiones de los componentes de una escala espacial – el ambiente – cuyas relaciones con lo natural, lo social, y lo construido, expresa el comportamiento de los asentamientos en el espacio físico, por tanto la calidad ambiental es la expresión integral de la calidad de vida. Al medir la calidad ambiental se debe incorporar las variables de tiempo y espacio. *La calidad ambiental es económicamente viable, socialmente justa y ambientalmente sana*¹⁴.

La **Gestión Ambiental** corresponde al conjunto de diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental con el fin de lograr una adecuada calidad de vida – calidad ambiental –, previniendo o mitigando los problemas ambientales¹⁵.

¹³ Hernández Hidalgo, Heimdall (2009). **Instrumental metodológica para la valoración ambiental de medio construido e asentamientos rurales del municipio de Masaya, Nicaragua**. Tesis presentada para obtener el Grado Científico de Doctor en Ciencias del Ambiente. Programa de Estudios Ambientales Urbanos y Territoriales, Universidad nacional de Ingeniería. Managua, 2009.

¹⁴ Ídem Pág. 132.

¹⁵ Mendoza, Francisco (2012). **Monitoreo de La Calidad y Gestión Ambiental de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua - Guía Metodológica**. Programa De Estudios Ambientales Urbanos Territoriales (PEAUT), Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

4.2.1 La valoración de la calidad ambiental

A la valoración de la calidad ambiental expresa la apreciación y evaluación cualitativa – cuantitativa – cualitativa de los resultados que arrojan los histogramas y matrices de la calidad ambiental del medio construido¹⁶.

Los Instrumentales para valorar la calidad ambiental son modelos que miden la calidad de vida de forma cuantitativa o cualitativa –cuantitativa –, donde la valoración tiene su base en la detección de sus variables. Según la concepción del modelo de sistema ambiental, cada instrumental establece una metodología para lograr la medición de la calidad de vida o ambiental en determinado contexto y situación.

4.2.2 Indicadores de calidad y gestión ambiental

Los **indicadores**, por definición, son signos, manifestaciones, muestras de algún suceso, acontecimiento o proceso, que ponen en evidencia la magnitud o intensidad de un problema o el grado de impacto alcanzado. Para ello, el indicador debe poseer los siguientes requisitos: validez, confiabilidad, efecto demostrativo y pertinencia.

Los **indicadores de calidad y gestión ambiental** son modelos de calidad de vida analizados, que establecen la medición cualitativa del medio construido mediante la asignación de parámetros cualitativos¹⁷. Dichos indicadores integrados en el Sistema de Información Web Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental (SIGAM-SCIII) presentan las siguientes tipologías:

- **Indicador específico:** Constituyen los elementos generales del sistema ambiental, declarando la situación del mismo. Fueron obtenidos mediante la agrupación común entre Indicadores Base.

¹⁶ **Desarrollo y uso de indicadores ambientales para la planificación y toma de decisiones.** (2000). Argentina. Ciudades para un futuro sostenible. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/bpal/onu00/bp757.html>

¹⁷ Hernández Hidalgo, Heimdall. (2009). **Instrumental para la valoración ambiental del medio construido de los asentamientos rurales.** *Nexo Revista Científica*, 22(01), pp. 2-9. doi: 1818-6742.

- **Indicador base:** Son el resultado del sistema de interacciones entre las variables existentes en el medio.

En la **Tabla 4.2.2.1** se presentan detalladamente los indicadores de calidad y gestión ambiental que forman parte de SIGAM-SCIII.

Indicador Específico	Indicador Base
Manejo de los desechos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Basureros crónicos ilegales. • Cobertura de recolección. • Residuos sólidos generados. • Residuos sólidos recolectados.
Economía territorial	<ul style="list-style-type: none"> • Base económica. • Concentración geográfica de la especialización productiva. • Multiplicador económico, • Población económicamente activa.
Consumo de energía	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura de energía. • Conexiones ilegales. • Uso de leña y carbón.
Calidad del aire	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de Co₂. • Concentración de NOX. • Concentración de SOX.
Calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad físico química del agua. • Calidad microbiológica del agua. • Cobertura del alcantarillado sanitario. • Cobertura del servicio de agua. • Cobertura territorial de los pozos de uso agrícola. • Compatibilidad de uso suelo. • Infraestructura de drenaje.
Calidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Área urbanizable construida. • Densidad de áreas verdes. • Densidad poblacional. • Erosión. • Incompatibilidad de usos de suelo. • Suelo sedimentado.

Tabla 4.2.2.1. Indicadores de calidad y gestión ambiental.

Indicador Específico	Indicador Base
Calidad de la gestión ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación interinstitucional para la gestión ambiental. • Evaluaciones ambientales realizadas. • Implementación del plan ambiental. • Inspecciones ambientales realizadas. • Instrucción y sensibilización para la gestión ambiental. • Preparación institucional para la gestión ambiental. • Restricción de usos y multas establecidas. • Solicitudes de aval ambiental.

Tabla 4.2.2.1. Indicadores de calidad y gestión ambiental.

Para la definición de estos indicadores, los especialistas retoman la metodología para determinación de Indicadores de Vulnerabilidad para Centroamérica y República Dominicana¹⁸. En este marco el territorio debe ser el filtro que permita establecer los fundamentos en la determinación de los indicadores de vulnerabilidad.

4.2.2.1 Determinación de Indicadores de Vulnerabilidad

En aras de exponer concretamente dichos indicadores, se ha determinado un sistema de indicadores, abordados desde la valoración de la información oficial, las necesidades de información y las fichas de diseño de los indicadores. De manera sintética se expone en la **Figura 4.2.2.1.1**, dicho sistema de indicadores de vulnerabilidad y ficha de necesidades de información.

¹⁸ Mendoza, Francisco. (2010). **Metodología de Determinación De Indicadores De Vulnerabilidad para Centroamérica y República Dominicana.**

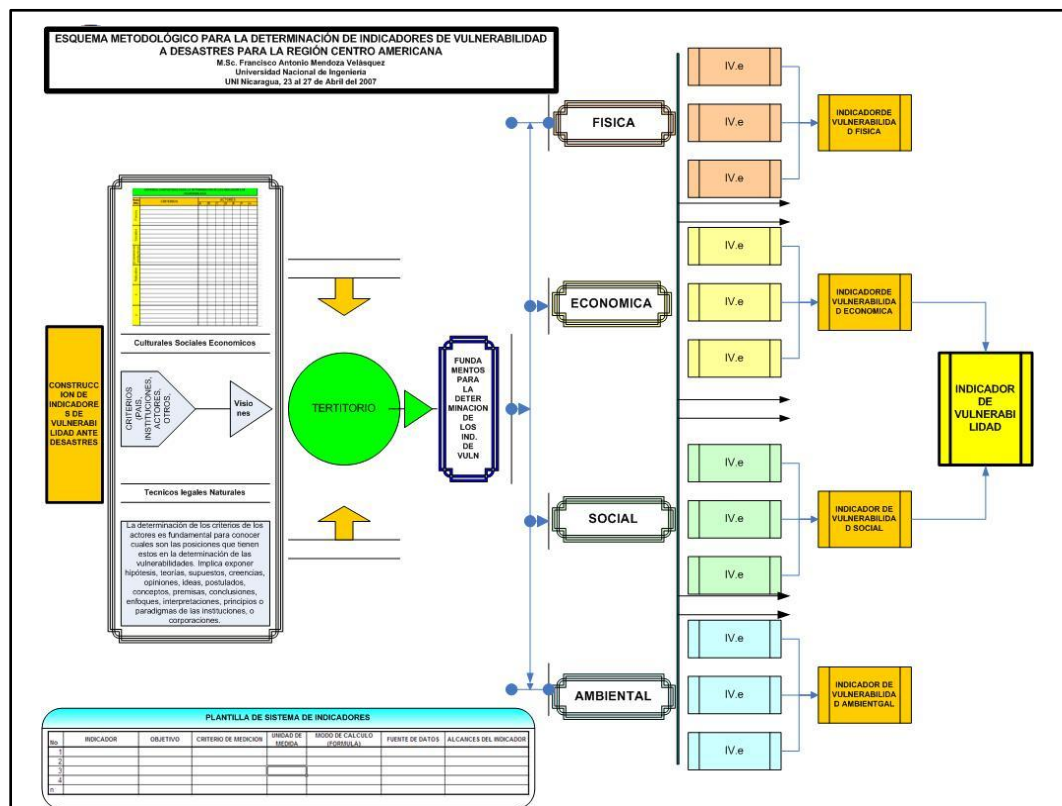


Figura 4.2.2.1.1. Esquema metodológico para la determinación de indicadores de vulnerabilidad a desastres para la Región Centroamericana.

CAPÍTULO I: ESTUDIO PRELIMINAR

En este capítulo se presenta el alcance y la factibilidad del Sistema de Información Web de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental de los Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (SIGAM-SCIII). Inicia con la descripción del ámbito de la propuesta y de la situación actual a fin de conocer el entorno en el cual se desarrollan los procesos a integrar en el sistema y finaliza con el estudio de la factibilidad de implementación del mismo.

1.1 Ámbito de la Propuesta

Con el desarrollo del Sistema de Información Web de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental de los Municipios de la Cuenca Sur del Lago de Managua (SIGAM-SCIII) se pretende dar solución a la problemática presentada en dicha asociación relacionada a la pérdida de la calidad de la información sobre el estado ambiental del territorio, debido al mecanismo actual utilizado para ejecutar las valoraciones, prolongados tiempos de respuesta e imprecisión de los datos de indicadores ambientales.

1.2 Descripción de la Organización

A continuación se describen elementos que permitirán obtener una perspectiva más clara del entorno de funcionamiento de AMUSCLAM y de la estructura donde se integrará SIGAM-SCIII.

1.2.1 Misión

Rescatar, conservar, ordenar y desarrollar de forma sostenible la Sub-Cuenca III, con la participación concertada de todos los actores que tienen presencia e intereses en el territorio¹⁹.

¹⁹Asociación de Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (AMUSCLAM). (2008). **Documento de Proyecto.**

1.2.2 Estructura Organizacional

En la **Figura 1.2.2.1** Se presenta la estructura organizacional de AMUSCLAM.

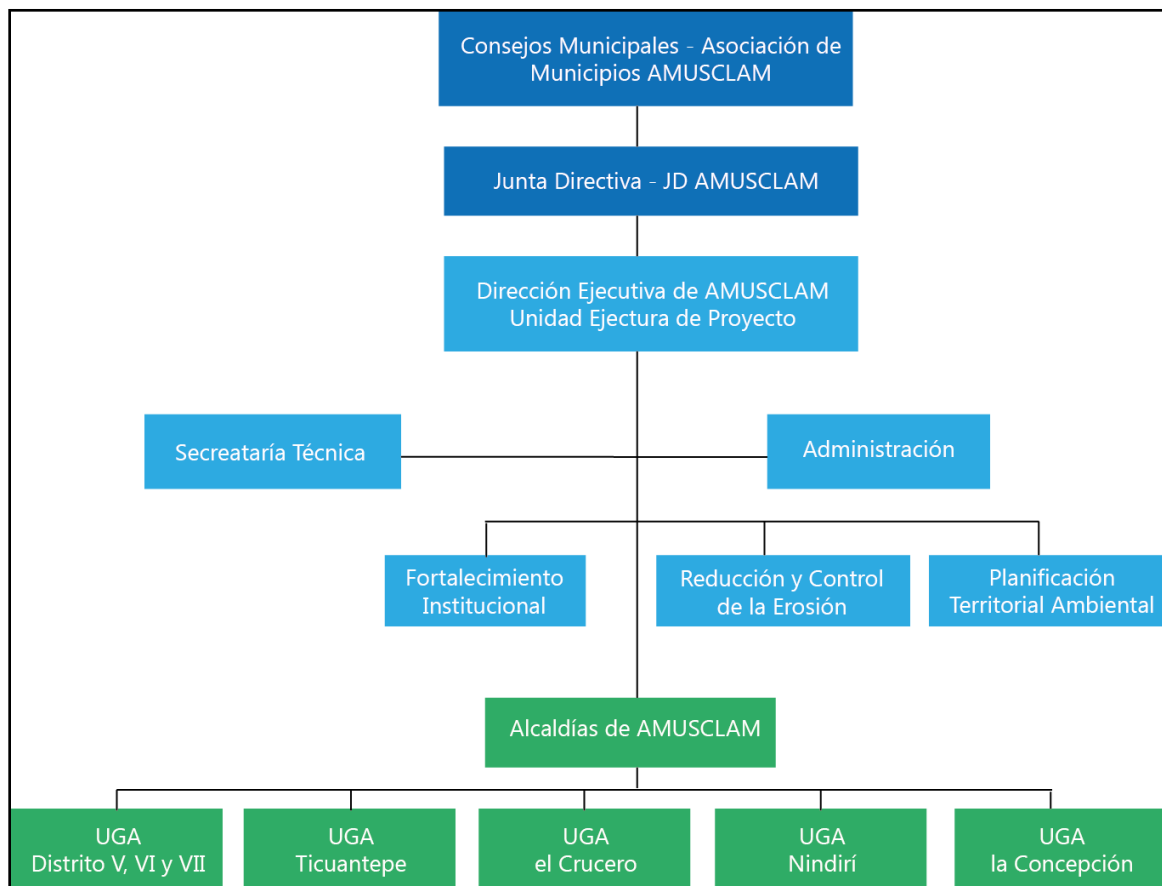


Figura 1.2.2.1 Organigrama de AMUSCLAM.

1.3 Descripción de la Situación Actual

AMUSCLAM lleva a cabo el proceso de valoración del estado de la calidad de vida²⁰ de las municipalidades de la sub cuenca III de forma semi-automatizada auxiliándose de formatos de Excel para la recopilación y procesamiento de los datos. Esta situación ha producido imprecisión en los cálculos debido a los grandes volúmenes de información que se requiere procesar, lo que a su vez genera un prolongado tiempo de elaboración de informes de calidad ambiental.

²⁰ Sinónimo de calidad ambiental.

Para la realización de las valoraciones ambientales, en primer lugar se delimitan aquellos indicadores que por la complejidad de obtención de sus datos se consideran especializados y los que no. Los responsables de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) cuantifican (auxiliados de los técnicos) los indicadores cuyos datos están accesibles, es decir que no son especializados, en formatos de Excel (véase **Figura 1.3.1**) y verifican los valores obtenidos con las hojas de criterios de indicadores (**ver Figura 1.3.2**), las cuales permiten conocer si el valor obtenido del indicador base para un territorio específico es EXCELENTE, BUENO, REGULAR o MALO. Dicho proceso se lleva a cabo por cada uno de los 35 indicadores base que integran la batería de indicadores de calidad y gestión ambiental. Una vez que la Unidad Ejecutora de Proyecto (UEP) ha cuantificado los indicadores especializados envía los formatos a las UGA correspondientes y éstas los integran y valoran.

La Unidad Ejecutora de Proyecto y las Unidades de Gestión Ambiental manejan un archivo por cada distrito y municipio que se encuentra dentro de la Sub Cuenca III y un historial de actualizaciones de datos. Estos documentos contienen una hoja por indicador específico tal y como se presenta en la **Figura 1.3.1**.

SISTEMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD Y LA GESTIÓN AMBIENTAL, SUBCUENCA III, AMUSCLAN											
MUNICIPIO/DIS		Nindirí									
FECHA DE		Febrero									
Responsable											
Indicador base	Indicador específico	Escala Geográfica Barrio/Comarca	Superficie Ha	Poblacion No de Hab.	U.M Toneladas	Zonas	Datos Tot. Zona Toneladas	Datos tot.Distrito/M Toneladas	Datos tot. Sub Tonelada	Barrio/Comarca	Estado Distrito/Municipio
Desechos Sólidos	Residuos sólidos generados	Montaña (Camino)	244.4			Rural	10.61	14.19			0.37
		Parque Nacional Volcán	3515.18								
		Veracruz	935	3 361	124					0.37	
		Valle Gotthel	525.27	1474	0.95					0.37	
		Madrigales Norte	561.9	3 366	1.25					0.37	
		Madrigales Sur	448.36	1 055	0.39					0.37	
		El Raizon	524.46		0.00						
		Lomas El Gavilán	519.48	1 266	0.47					0.37	
		Los Vanegas	126.47	2 019	0.75					0.37	
		Buena Vista	318.82	5 487	2.03					0.37	
		Campuzano	543.99	969	0.36					0.37	
		Piedra Menuda	482.02	1437	0.53					0.37	
		El Portillo	1126.6	693	0.28					0.37	
		Cofradía	1372.04	3 128	1.16					0.37	
		San Joaquín	506.62	386	0.14					0.37	
		San Francisco	566.12	1 075	0.40					0.37	
		El Papayal	172.92	93	0.03					0.37	
		Guanacastillo	1059.93	1436	0.53					0.37	
		Los Altos	565.24	1428	0.53					0.37	
		Casco Urbano	797.06	9 672	3.58	Urbano	3.58			0.37	
			14911.88	No de Hab.	Ha		Ha	Ha	Ha		
Desechos Sólidos	Cobertura de la recolección	Montaña (Camino)	244.4			Rural	5904.9	5906.63			40%
		Parque Nacional Volcán	3515.18		3515.18					100%	
		Veracruz	935	3 361	935					100%	
		Valle Gotthel	525.27	1474	0					0%	
		Madrigales Norte	561.9	3 366	561.9					100%	
		Madrigales Sur	448.36	1 055	448.36					100%	
		El Raizon	524.46		524.46					100%	
		Lomas El Gavilán	519.48	1 266	0					0%	
		Los Vanegas	126.47	2 019	0					0%	
		Buena Vista	318.82	5 487	0					0%	
		Campuzano	543.99	969	0					0%	
		Piedra Menuda	482.02	1437	0					0%	
		El Portillo	1126.6	693	0					0%	

Figura 1.3.1. Formatos de cuantificación de indicadores de calidad y gestión ambiental.

Una vez ingresados los datos y comparados con las hojas de criterios, las UGA proceden elaborar la matriz síntesis del territorio (**Figura 1.3.3**), cuyo objetivo es resumir la información obtenida para tener una visión global del estado de la calidad y ser insumo para el informe síntesis de la Sub Cuenca (ver **Anexo 6**) y luego la envían a la UEP para que pueda elaborar el informe de calidad ambiental de la Sub Cuenca.

INDICADOR ESPECÍFICO: MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.		
INDICADOR BASE: RESIDUOS SOLIDOS RECOLECTADOS		
INDICADOR	RESIDUOS SOLIDOS RECOLECTADOS	
OBJETIVO	Determinar las capacidades institucionales de recolección de los residuos solidado en las unidades territoriales en la Sub cuenca III Lago de Managua	
CRITERIO DE MEDICION- RANGOS	Sobre la base de las toneladas de residuos sólidos recolectados por unidades territoriales se determina que del 90 al 100% de los residuos sólidos generados equivale a un estado de satisfacción de EXELENIA	5
	Sobre la base de las toneladas de residuos sólidos recolectados por unidades territoriales se determina que del 70 al 89% de los residuos sólidos generados equivale a un estado de satisfacción de BUENO	4
	Sobre la base de las toneladas de residuos sólidos recolectados por unidades territoriales se determina que del 69 al 50% de los residuos sólidos generados equivale a un estado de satisfacción de REGULAR	3
	Sobre la base de las toneladas de residuos sólidos recolectados por unidades territoriales se determina que inferior al 50% de la los residuos sólidos generados equivale a un estado de satisfacción CRITICO	2
UNIDAD DE MEDIDA	Toneladas	
MODO DE CALCULO (FORMULA)	$R_{srT} = R_{sr} * 100 / R_{sg}$ <p>R_{srT}: Residuos sólidos recolectados totales R_{sr}: Residuos sólidos recolectados R_{sg}: Residuos solidados generados</p>	
FUENTE DE DATOS	Servicios municipales de las alcaldías El Crucero, Ticuantepe, Nindiri y La Concepción. Plantel Los Cocos/Limpieza publica/Alcaldía de Managua	
ALCANCES DEL INDICADOR	Magnificar las capacidades de gestión en la recolección de los residuos sólidos	

Figura 1.3.2. Formato de criterios de indicadores base.

Los indicadores base presentan un modo de cálculo único, es decir independiente para cada uno de ellos. Este consiste en una fórmula por medio de la cual se obtiene un valor que a través de un proceso de comparación, posibilita asignar un criterio para determinar el estado del indicador y a su vez es utilizado como base de las ponderaciones presentadas en la matriz síntesis.

La matriz síntesis es la base para elaborar los informes del estado de la calidad ambiental de las municipalidades y de la sub cuenca, éstos presentan una visión amplia del estado de los recursos ambientales y del impacto de las acciones encaminadas al mejoramiento de ésta en los distintos municipios y distritos.

INDICADOR ESPECIFICO	INDICADOR BASE	EVALUACION				ETALUACION PONDERADA	calidad ambiental				
		5	4	3	2						
Manejo de los desechos	Residuos sólidos generados		4			3.00	3.61				
	Cobertura de la recolección				2						
	Residuos sólidos recolectados				2						
	Basureros crónicos-ilegales		4								
Economía territorial	Población económicamente activa	5				3.75		3.61			
	Base económica	5									
	Concentración geográfica de la especialidad productiva				2						
	Multiplicador Económico			3							
Consumo de energía	Cobertura de la energía.	5				4.50			3.61		
	Conexiones ilegales.				1						
	Uso de leña, carbón.	5								2.90	
Calidad del agua	Cobertura del servicio de agua	5									2.90
	Cobertura del alcantarillado sanitario				2						
	Calidad físico química del agua					1					
	Calidad microbiológica del agua					1					
	Compatibilidad de usos en los entornos de los pozos de agua potable					1					
	Cobertura territorial de pozos de uso agrícola					1					
Infraestructura de drenaje territorial					1						
Calidad del suelo	Densidad poblacional	5								4.20	
	Área urbanizable construida	5									
	Erosión		4								
	Incompatibilidad de usos de suelo		4								
	Suelo sedimentado					1					
	Densidad de áreas verdes			3							
Calidad del aire	Concentración de Nox		4							3.33	
	Concentración de Sox				2						
	Concentración de CO2		4								
Calidad de la gestión ambiental		3	1	0			1.00				
	Implementación de plan ambiental		1								
	Solicitudes de aval ambiental		1								
	Inspecciones ambientales realizadas		1								
	Evaluaciones ambientales realizadas		1								
	Restricciones de usos y multas establecidas		1								
	Instrucción y sensibilización para la gestión ambiental		1								
	Preparación institucional para la gestión ambiental		1								
	Coordinación inter institucional para la gestión ambiental		1								
calidad ambiental corregida							3.78				

Figura 1.3.3. Matriz síntesis municipal/distrital.

1.4 Ventajas e Impacto de la propuesta

Para dar solución a la problemática en el actual proceso de valoración de indicadores de calidad y gestión ambiental de AMUSCLAM, se desarrollará un *sistema de información web* con arquitectura cliente-servidor, tipo de software seleccionado debido a que el sistema requiere ser accedido desde distintos puntos geográficos y dadas sus ventajas dentro de las que destacan: alta disponibilidad (24/07/365) e independencia de plataforma.

El sistema gestionará la cuantificación y procesamiento de indicadores para llevar a cabo las valoraciones del estado de la calidad y gestión ambiental de las municipalidades de la Cuenca Sur, facilitando así la ejecución de dichas tareas y optimizando el tiempo empleado en las mismas.

Además, SIGAM-SCIII generará diversos tipos de informes calidad ambiental tanto a nivel del municipio/distrito completo, como aquellos barrios/comarcas que se encuentran dentro de la Sub Cuenca III.

Con la implementación de SIGAM-SCIII se incrementará la disponibilidad de información en materia del estado ambiental de la Sub Cuenca III y de la precisión de los cálculos empleados en la valoración, se centralizarán los datos y se reducirá la dispersión ocasionada por el elevado número de archivos que se utilizan.

1.5 Técnicas de recopilación de la información

Para desarrollar el proceso de recopilación de la información necesaria para el desarrollo del presente producto creativo, se aplicó el *Muestreo por conveniencia*²¹, ya que dada la facilidad de acceso y experticia en la materia se consideran como elementos representativos a: responsables y técnicos de la Unidad Ejecutora de Proyectos (UEP) y Unidades de Gestión Ambiental (UGA). Además la población en estudio no es numerosa. A continuación se detallan las fuentes de información utilizadas:

- **Fuentes primarias:** Repertorio bibliográfico, monografías y artículos relacionados a la temática de la presente monografía, así como la aplicación de: entrevistas, encuestas, fichas de requerimientos técnicos, notas al personal de la Unidad Ejecutora de Proyectos y Unidades de Gestión Ambiental del AMUSCLAM.
- **Fuentes secundarias:** Publicaciones en internet.

²¹Médez Álvarez, Carlos E. (2001). **Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación** (3ra Ed). Bogotá Colombia: McGraw Hill Inter iberoamericana, S.A. 184 Pág.

1.6 Estudio de Factibilidad

Este estudio permite analizar la factibilidad de implementación del sistema a desarrollar. Para ello se analiza la factibilidad técnica, operativa y económica.

1.6.1 Factibilidad Técnica

La factibilidad técnica permite determinar la posibilidad de adquirir o desarrollar el hardware y el software u otros componentes del sistema.

1.6.1.1 Infraestructura tecnológica actual

1.6.1.1.1. Software de desarrollo

La Asociación de Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (AMUSCLAM) posee licencia para el software de desarrollo presentado en la **Tabla 1.6.1.1.1.1**, ya que con el objetivo de optimizar su gestión financiera ha desarrollado un sistema llamado SIAF (Sistema de Información de Análisis Financiero) para el cual requiere de estas herramientas.

Servidor de AMUSCLAM	
Gestor de Base de Datos	SQL Server 2008 R2.
Tecnología de desarrollo	Visual Studio 2008.
Servidor Web	Internet Information Services(IIS).

Tabla 1.6.1.1.1.1. Detalles de software de desarrollo

Dentro del software de desarrollo, se consideran además, las tecnologías del lado del cliente empleadas en el diseño de la interfaz gráfica de SIGAM-SCIII, descritas en la **Tabla 1.6.1.1.1.2**.

Tecnologías del lado del cliente	
HTML5	Lenguaje de modelado semántico que define la estructura del contenido.
CSS3	Lenguaje que define la presentación del contenido (ubicación, colores, transiciones, etc.)
JavaScript	Es un lenguaje de programación interpretado con capacidades de orientación a objetos que integra dinamismo al contenido.

Tabla 1.6.1.1.1.1. Detalles de software de desarrollo

1.6.1.1.2 Plataforma de Hardware y Sistema Operativo

En la **Tabla 1.6.1.1.2.1**, **Tabla 1.6.1.1.2.2** y **Tabla 1.6.1.1.2.3** se presentan las características del servidor de AMUSCLAM, donde se pretende alojar SIGAM-SCIII y de las estaciones de trabajo desde las cuales se accederá al sistema, respectivamente.

Servidor de AMUSCLAM	
Modelo	HP DL385G7
Procesador	AMD Opteron 6174 de 12 Núcleos, 2.2 GHZ L3 12 MB de Cache 80 W
Número de procesadores	2
Memoria RAM	64 GB RDIMM PC3 8500 1066 MHz Dual Ranked RDIMMS, 8 GBX8.
Almacenamiento	SAN STORAGE NETWORK DELL EQUALOGIC PS 6010 con 7.2 TB.
Sistema Operativo	Windows Server 2008, 64bits

Tabla 1.6.1.1.2.1 Características del servidor de AMUSCLAM.

Entidad	Cantidad	Procesador	Memoria RAM	Disco Duro	Sistema Operativo	Navegador de Internet
Unidad Ejecutora de Proyecto (UEP)	1	Intel® Core™ i5-2300 2.8Ghz	4GB	500 GB	Windows 7 Ultimate, 64 bits.	Google Chrome 11; Mozilla Firefox 12
	3	Intel® Core™ i3-2377M1.50 GHz	3GB	320 GB	Windows 7 Ultimate, 64 bits.	Google Chrome 11; Mozilla Firefox 12
	2	Intel® Core™ i5 3.33 GHz.	4GB	320 GB	Windows 7 Ultimate, 64 bits	Mozilla Firefox 12; Internet Explorer 8

Tabla 1.6.1.1.2.3. Características de estaciones de trabajo de Unidad Ejecutora de Proyectos.

Entidad	Procesador	Memoria RAM	Disco Duro	Sistema Operativo	Navegador de internet
UGA - Distrito V	Intel® Core™ 2 Duo 2.93 GHz	1GB	250GB	Windows 7 Ultimate, 32 bits.	Google Chrome 11; Internet Explorer 8
UGA - Distrito VI	Intel® Core™ 2.10 GHz	1GB	250GB		Internet Explorer 9
UGA - Distrito VII	Intel® Core™ i5 3.33 GHz.	4Gb (3.49 utilizable)	320GB	Windows 7 Pro 32 bits.	Internet Explorer 8
UGA - Nindirí	Intel® Core™ 2 Duo 2.40 GHz	1GB	180GB	Windows 7 Ultimate, 32 bits.	Google Chrome 11; Internet Explorer 8
UGA - Ticuantepe	Intel® Core™ 2 Duo 2.40 GHz.	2GB	250GB		Google Chrome 11; Internet Explorer 8
UGA - la Concepción	Intel® Core™ 2 Duo 2.93 GHz.	2GB	250GB	Windows XP SP3, 32 bits.	Google Chrome; Internet Explorer 6
UGA - el Crucero		4GB	250GB	Windows 7 Ultimate, 64	Mozilla Firefox 9

Tabla 1.6.1.1.2.2. Características de estaciones de trabajo de Unidades de Gestión Ambiental.

1.6.1.1.3. Comunicaciones

La **Figura 1.6.1.1.3.1** muestra el diagrama lógico de la red de la solución implementada por AMUSCLAM para estructurar los arreglos de servidores físicos y virtuales del Data Center a nivel de clúster y lograr redundancia entre los mismos a fin de garantizar una alta disponibilidad. La **Figura 1.6.1.3.2** presenta el diagrama lógico de red de las Unidades de Gestión Ambiental ubicada en las distintas municipalidades de conforman la Sub Cuenca III, esto permite ilustrar la arquitectura de red de las computadoras y elementos interconectados.

Un aspecto importante en los sistemas de información basados en web es el *desempeño*²², un usuario no debe esperar demasiado tiempo para la carga de los componentes del sistema, lo que está relacionado la velocidad de transferencia de datos.

²²Pressman, Roger. (2006).Ingeniería de Software un enfoque práctico (6ta Ed.).McGraw Hill: México

La **Tabla 1.6.1.1.3.1** muestra la velocidad de la conexión a internet de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) y la Unidad Ejecutora de Proyectos (UEP).

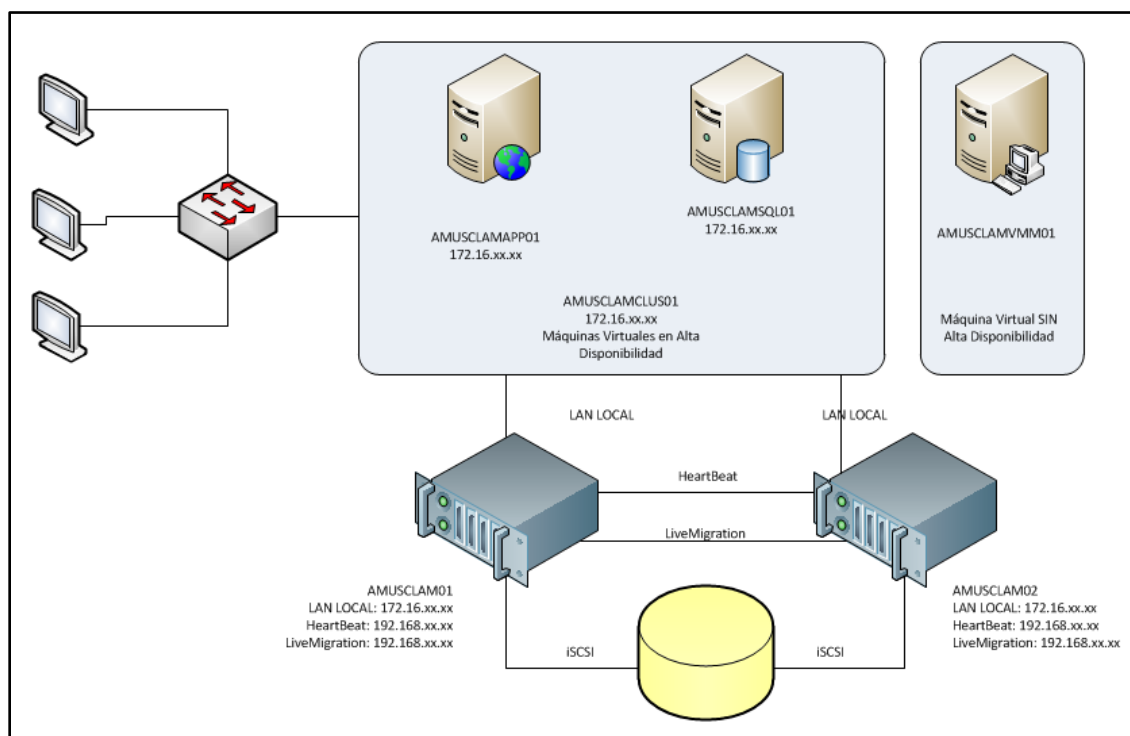


Figura 1.6.1.1.3.1Diagrama lógico de red del HyperV HA AMUSCLAM (Data Center)

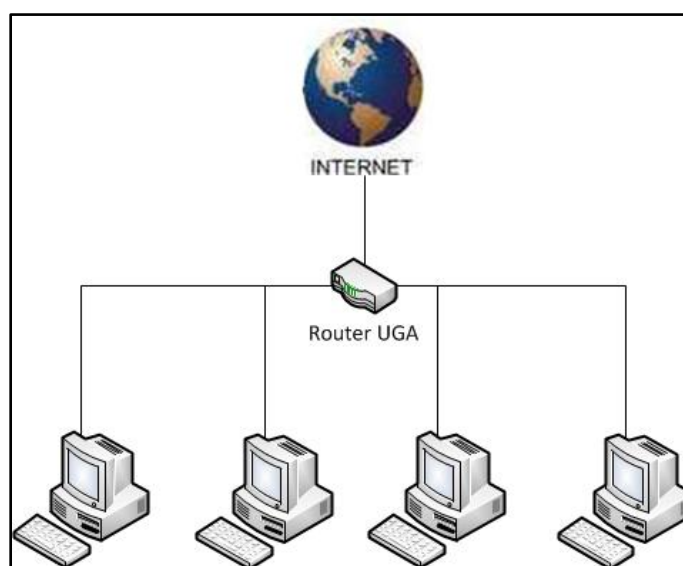


Figura 1.6.1.1.3.2 Diagrama lógico de red de Unidades de Gestión Ambiental

Entidad ambiental	Velocidad de conexión (Mbps)
UGA – Nindirí	2
UGA – Ticuantepe	3
UGA – el Crucero	2
UGA – la Concepción	2.5
UGA – Distrito V	1.5
UGA – Distrito VI	2
UGA – Distrito VII	2
UEP	4

Tabla 1.6.1.1.3.1. Detalle de velocidad de conexión a internet de entidades ambientales.

1.6.1.2 Análisis de las condiciones técnicas.

Al realizar el análisis comparativo de la infraestructura tecnológica actual de AMUSCLAM y las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) y la requerida (ver **Anexo 7**) para la implementación de SIGAM-SCIII se concluye lo siguiente:

- La plataforma de hardware y sistema operativo del servidor de AMUSCLAM cumple con los requerimientos mínimos para el funcionamiento del software.
- Las estaciones de trabajo de las Unidades de Gestión Ambiental y la UEP presentan las características de hardware necesarias para ejecutar versiones actuales de navegadores de internet, el cual es el único requerimiento en las máquinas de usuarios para el funcionamiento de SIGAM-SCIII debido a las tecnologías cliente: HTML5, CSS3 y JavaScript, presentes en el mismo. En algunos casos, solamente se necesita actualizar la versión del navegador de internet o instalar uno nuevo.

- Las estaciones de trabajo de las UGA y la UEP junto al Servidor poseen conexión a internet cuya velocidad favorece el desempeño del sistema de monitoreo, ya que presenta un promedio de 2Mbps, generando los informes que requieren de un alto procesamiento de datos en un tiempo promedio de 1.32.minutos (Ver **Anexo 8**).

Con base en lo anterior es posible establecer que se cumplen los requerimientos técnicos para la implementación del sistema.

1.6.2 Factibilidad Operativa

Por medio de la factibilidad operativa es posible conocer si el sistema puede ponerse en práctica, así como las consideraciones motivacionales y logísticas (o estratégicas) para su aceptación²³.

Para determinar la factibilidad operativa del sistema se analizaron las necesidades y características del personal para la operación del sistema y el desarrollo del mismo con el objetivo de establecer el perfil profesional.

1.6.2.1 Necesidad de personal

En la **Tabla 1.6.2.1.1** se detalla el número de personas que se necesitan en el proceso de desarrollo y operación del sistema de monitoreo de las cuales se recomienda contar con tres programadores y un analista-programador (**Anexo 11**).

Función	Preparación académica necesaria	Personal encargado de realizarlo	Requerimiento de personal			
			Nuevo		Existente	
			Si	No	Si	No
Operador del sistema	Operador de microcomputadora	Técnicos y responsables de las UGA y la UEP.		X	X	
Administrador del sistema	Ingeniero de sistema o egresado de carreras afines	Analista-Programador de AMUSCLAM.		X	X	
Desarrollo de SIGAM-SCIII		Analista-Programador	X			X
		Programadores (3)	X			X

Tabla 1.6.2.1.1 Requerimientos de personal

²³ Castaño, Reynaldo. (2011). Sistemas de información. Universidad Nacional de Ingeniería.

1.6.2.2 Aceptación del sistema de información

En la **Tabla 1.6.2.2.1** se detallan factores que inciden en la aceptación del sistema informático por parte del personal de AMUSCLAM involucrado en el proceso de valoración de indicadores de calidad y gestión ambiental (ver **Anexo 1**).

Personal involucrado	Cantidad de personas	A		B		C		D	
		S	N	S	N	S	N	S	N
Técnicos y responsables de las UGA y la UEP	14	X		X		X		X	
Analista-Programador de AMUSCLAM	1	X		X		X		X	
TOTAL	15								

Simbología: A: Comprensión de la necesidad del sistema. B: Comprensión de los beneficios del sistema. C: Disposición para la implementación del sistema. D: Aceptación de disponibilidad para proporcionar la información necesaria. S: Sí. N: No.

Tabla 1.6.2.2.1 Cuadro de verificación de la aceptación del sistema automatizado

1.6.2.3 Capacitación del personal

Para una adecuada utilización del sistema por parte de los Responsables y técnicos de las Unidades de Gestión Ambiental y la Unidad Ejecutora de Proyecto se requiere programar un taller de capacitación (Ver **Tabla 1.6.2.3.1**), el cual que se recomienda llevar a cabo en el *Auditorio de Patrimonio Histórico de la Alcaldía de Managua* por su amplitud y cercanía con las oficinas de AMUSCLAM (véase **Anexo 9**).

Actividad	Hora
Inscripción de participantes	8:00 a.m.
Bienvenida	8:30 a.m.
Presentación de SIGAM-SCIII	8:45 a.m.
Refrigerio	10:00 a.m.
Interacción de usuarios con el sistema	10:15 a.m.
Clausura	12:30 m.d.

Tabla 1.6.2.3.1. Descripción del taller de capacitación

1.6.2.5 Análisis de factibilidad operativa

Con base en lo anterior es posible establecer que el personal de AMUSCLAM y las Unidades de Gestión Ambiental no presentan ninguna resistencia hacia la implementación del sistema de monitoreo y están conscientes de los beneficios e importancia de llevarlo a cabo. En el acápite factibilidad técnica **Tabla 1.6.1.1.2.2** se detalla la cantidad de computadoras que podrían utilizarlos integrantes del equipo de desarrollo del sistema. También es operacionalmente factible, debido a la reducción de 4,810.69 minutos equivalente a 92.96% (ver **Anexo10**²⁴) en el tiempo empleado en el desarrollo de las actividades de los procesos que se ejecutan en el monitoreo de la calidad de vida de la Sub Cuenca III.

1.6.3 Factibilidad Económica

Para conocer el costo asociado al desarrollo del sistema se utilizó el modelo de diseño *Post-Arquitectura* de la metodología de estimación de software COCOMO II, este modelo fue seleccionado con el objetivo de obtener una precisión más alta de la estimación²⁵. En dicho proceso se calculó el esfuerzo necesario, el tiempo de desarrollo en personas/mes así como la cantidad de personal necesario para concretar el proceso de desarrollo.

1.6.1.1. Estimación del esfuerzo (Personas-Mes)

La estimación del esfuerzo determina el número de personas-mes que hay que incorporar al proyecto de software. Este se calcula a partir del Tamaño del software KSLOC, factores de escala (B) y factores de esfuerzo compuesto (EM_i).

²⁴Tiempo de realización de operaciones con el funcionamiento actual obtenido a través de encuesta al personal de la UGA y UEP involucrado en el proceso de Monitoreo de Calidad y Gestión Ambiental.

²⁵Pressman, Roger. (2006).Ingeniería de Software un enfoque práctico (6ta Ed.).McGraw Hill: México

1.6.1.1.1 Tamaño del software (KSLOC)

El *Tamaño del software en miles de líneas de código (KSLOC)* se mide por medio de los puntos de función ajustados (PFA) (**ver Anexo 11.2**), determinados a través de la calibración de los puntos de función (PF, métrica alternativa para cálculo del tamaño de un software) utilizando los valores de ajuste de la complejidad, calculados con la siguiente ecuación:

$$PFA = PF_x[0.65 + 0.01 * \sum F_i]$$

Donde:

PFA: Puntos de función ajustados.

PF: Puntos de función.

$\sum F_i$: Valores de complejidad.

$$PFA = 695 [0.65 + 0.01 * 50]$$

$$PFA = 799.25$$

En el cálculo del KSLOC se emplea la ecuación:

$$KSLOC = (LDC * PFA)/1000$$

Donde:

LDC: N° medio de líneas de código por el lenguaje de programación.

PFA: Puntos de función ajustados.

1000: Miles de líneas de código.

$$KSLOC = \frac{(32^{26} * 799.25)}{1000} = 25.576 MF$$

²⁶32 es el valor por defecto del lenguaje de programación Visual Basic, el más cercano a Visual Basic.Net usado en ASP.NET. Recuperado de http://www.ttn.gov.ar/normas/norma_24_0.htm

1.6.1.2. Factores de escala (B)

Los factores de escala determinan el ahorro y gasto de la escala encontrada en proyectos software según cambie el tamaño de éste²⁷, obtenidos a partir de la siguiente fórmula:

$$B = 0.91 + 0.01 \times \sum SF_j$$

Donde:

$\sum F_i$: Factores de escala (ver cálculos en **Anexo 11.3**)

$$B = 0.91 + 0.01 \times 16.22 = 1.0722$$

1.6.1.3. Factores de esfuerzo compuesto (EM_i)

Estos se utilizan para capturar características del desarrollo del software que afectan al esfuerzo para completar el proyecto de software y se determinan a través de la valoración de 15 indicadores (ver **Anexo 11.4**)

El esfuerzo es calculado con la ecuación:

$$E = A * KSLOC^B * \prod EM_i$$

Donde:

A: constante de calibración cuyo valor es 2.94, utilizada para capturar los efectos multiplicativos de esfuerzo en proyectos de tamaño incremental.

KSLOC: Tamaño de software en miles de líneas de código.

$\prod EM_i$: La productoria de los factores de esfuerzo compuesto.

$$E = 2.94 * 25.576^{1.0722} * 0.382466962 = 36.34$$

$$E = 36.34 \text{ Personas} - \text{mes}$$

El esfuerzo requerido para el desarrollo del sistema es de 36.34 personas-mes.

²⁷Pressman, Roger. (2006).Ingeniería de Software un enfoque práctico (6ta Ed.).McGraw Hill: México

1.6.1.2. Tiempo de desarrollo y personal necesario

Una vez estimado el esfuerzo, se calcula el tiempo de desarrollo del software y el personal requerido para completar el proyecto.

$$Tdes = 3.67 * E^{0.28+0.002*\sum SF_i} \quad CH = \frac{E}{Tdes}$$

Donde:

$Tdes$: Tiempo de desarrollo expresado en meses.

E : estimación del esfuerzo.

$\sum SF_i$: Sumatoria de factores de escala.

CH : Cantidad de personas.

$$Tdes = 3.67 * 36.34^{0.28+0.002*16.22} = 11.27 \sim 11.5 \text{ meses}$$

$$CH = \frac{36.34}{11.27} = 3.23 \sim 4 \text{ personas}$$

El tiempo necesario para el desarrollo del Sistema de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental se estima en 11.3 meses con un equipo de 4 personas entre las cuales se integra un Analista-Programador y tres Programadores. Dicho tiempo de desarrollo ($Tdes$) no incluye la fase de Estudio Preliminar, sino que considera dentro de la estimación las fases de: Análisis, Diseño y Desarrollo y Pruebas e Implementación para cubrir el 100% del esfuerzo y tiempo de cada fase, por cual al sumar la etapa de Estudio Preliminar equivalente a 2 meses, el tiempo de desarrollo de SIGAM-SCIII se estima en 13.5 meses (ver **Anexo 11.5**).

1.6.1.3 Costo del software

Para el cálculo del costo estimado del desarrollo del sistema se establece, en primera instancia, el Costo de la Fuerza de Trabajo (CFT) empleado en el mismo (ver **Tabla 1.6.1.3.1**).

PERSONAL	SALARIO MENSUAL (C\$)	TIEMPO DE CONTRATACIÓN (MES)	MONTO (C\$)	MONTO (USD)
Analista-Programador	C\$ 10,041.67	13.50	C\$ 135,562.50	\$5,744.17
Programador 1	C\$ 5,541.67	11.50	C\$ 63,729.17	\$2,700.39
Programador 2	C\$ 5,541.67	8.50	C\$ 47,104.17	\$1,995.94
Programador 3	C\$ 5,541.67	5.50	C\$ 30,479.17	\$1,291.49
Costo de Fuerza de Trabajo (CFT)			C\$ 276,875.00	C\$ 11,731.99

Tabla 1.6.1.3.1 Costo de Fuerza de Trabajo (Tasa de cambio 23.6 BANPRO).

El tiempo de contratación para el personal varía en dependencia de la necesidad de fuerza de trabajo para cada fase del desarrollo del sistema (véase **Anexo 11.5**).

Al cálculo del costo total del software, además del Costo de la Fuerza de Trabajo deben adicionarse los montos los rubros descritos en la **Tabla 1.6.1.3.2**

Rubro	Monto (C\$)
CFT	C\$ 276,875.00
Energía eléctrica	C\$ 7,852.59 ²⁸
Taller de capacitación	C\$ 520.50 ²⁹
Papelería	C\$ 1,430.23
TOTAL	C\$ 286,678.32 ~ \$ 12,147.39

Tabla 1.6.1.3.2 Costo total del software (Inversión)

La inversión necesaria para llevar a cabo el desarrollo del sistema de monitoreo asciende a **\$12,147.39** (dólares).

²⁸Ver Anexo 13.2

²⁹Ver Anexo 9

1.6.1.4 Análisis costo-beneficio

El desarrollo del Sistema de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental de los Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua beneficiará de forma tangible e intangible a AMUSCLAM y a las Unidades de Gestión Ambiental, lo cual se detalla a continuación:

Beneficios tangibles:

- Reducción del tiempo empleado en la solicitud y generación de información asociada al estado de calidad ambiental de las municipalidades de la Sub Cuenca III en un 92.96% (ver **Anexo 10**)

Beneficios intangibles:

- Herramienta asertiva para la toma de decisiones y generación de estrategias en pro de la conservación de la Sub Cuenca III y mejoramiento de la calidad de vida de la población dicho territorio.
- Centralización de la información ambiental.
- Disponibilidad para la obtención de la información de la calidad ambiental.
- Mayor seguridad en el registro, almacenamiento y presentación de la información.
- Facilidad en la cuantificación de indicadores de calidad y gestión ambiental.

Al analizar el costo total de desarrollo y beneficios del Sistema de Monitoreo de Calidad y Gestión Ambiental de los Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (SIGAM-SCIII) se concluye que es viable, puesto que AMUSCLAM al ser completamente financiado por el Reino de Noruega es capaz de cubrir el costo total del software sin financiamiento externo, por ello no se considero necesaria la elaboración de un Flujo Neto de Efectivo y análisis de indicadores financieros. También es factible desarrollar el sistema dado que la mayoría de sus beneficios son intangibles y sociales como: La identificación de focos de problemas ambientales en el territorio para su mitigación y mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y preservación de sus recursos naturales, lo que supera el costo del sistema.

CAPÍTULO II: ANÁLISIS DEL SISTEMA

En este capítulo se presenta el análisis del Sistema de Monitoreo de Calidad y Gestión Ambiental de los Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (SIGAM-SCIII), el cual permite obtener una comprensión más precisa de los requerimientos, así como una descripción de los mismos, que contribuye a su mantenimiento, modificación y estructuración. Esto, ofrece una visión más amplia de las necesidades y condiciones que debe satisfacer el sistema.

Para tal efecto se abordan elementos como: requerimientos funcionales y no funcionales, definición de actores, descripción de los escenarios presentes en SIGAM-SCIII por medio de diagramas de casos de uso y la validación de requerimientos.

2.1 Objetivos del sistema

En **Tabla 2.1.1** se presentan los objetivos, es decir propósitos que debe cumplir SIGAM-SCIII:

CÓDIGO	OBJETIVO
OBJ-01	Gestionar indicadores de calidad y gestión ambiental.
OBJ-02	Generar valoraciones del estado de la calidad ambiental.
OBJ-03	Generar informes de calidad ambiental del territorio y de la sub cuenca.
OBJ-04	Gestionar Unidades de Gestión Ambiental.
OBJ-05	Gestionar restricciones sobre indicadores de calidad y gestión ambiental.
OBJ-06	Gestionar la seguridad del sistema.

Tabla 2.1.1. Objetivos del sistema

2.2 Definición de actores

En SIGAM-SCIII, interactúan dos tipos de actores: Unidad Ejecutora de Proyectos (UEP) y Unidad de Gestión Ambiental (UGA), los cuales ejecutan funciones específicas dentro del sistema. En la **Figura 2.2.1** se presenta la jerarquía de usuarios.

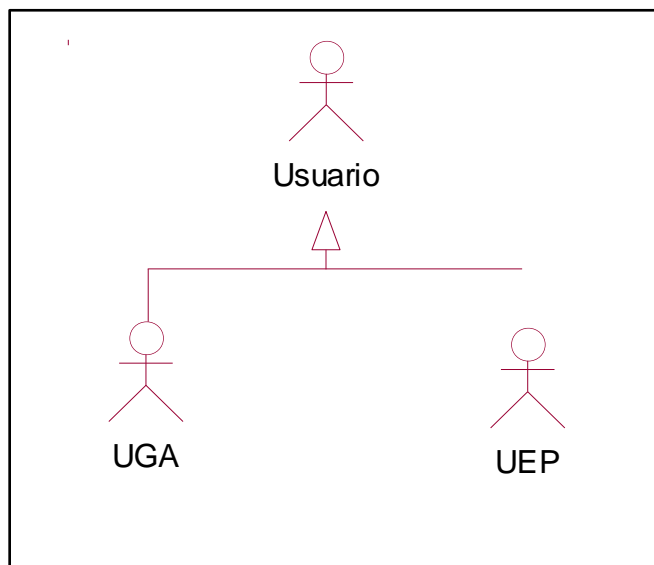


Figura 2.1.1 Jerarquía de usuarios

En la **Figura 2.1.1** se presenta la jerarquía de usuarios dentro del sistema de información, los cuales ejecutaran funciones descritas de forma general en la **Tabla 2.2.1**.



Actor	Funciones
 UEP	Unidad Ejecutora de Proyecto: Este usuario tendrá la capacidad ejecutar todas las funciones del sistema, es decir incorporar/editar/visualizar datos de indicadores por municipio y barrio/comarca, visualizar valoraciones e informes, administrar usuarios y restricciones.
 UGA	Unidad de Gestión Ambiental: Edita, visualiza e incorpora datos de indicadores de calidad ambiental, además visualiza valoraciones e informes del estado de la calidad de vida del territorio y de los barrios y comarcas que pertenecen a la sub cuenca.

Tabla 2.2.1. Actores y sus funciones

2.3 Requerimientos funcionales

Como se describió anteriormente, el sistema debe cumplir una serie de objetivos, para lo cual se han establecido requerimientos funcionales, es decir elementos que definen su comportamiento interno³⁰. A continuación se describen los requerimientos funcionales de SIGAM-SCIII:

- Incorporar, visualizar, editar datos de indicadores de calidad y gestión ambiental por municipio/distrito y barrio/comarca.
- Realizar valoraciones de indicadores ambientales por barrio/comarca, zona y municipio/distrito.
- Generar informes del estado de la calidad ambiental de un municipio/distrito, todos los municipios/distritos pertenecientes a la Sub Cuenca y de los barrios/comarcas y zonas que pertenecen a un municipio/distrito determinado y de la Sub Cuenca en total.
- Edición y visualización de Unidades de Gestión Ambiental.
- Definición, visualización y edición de restricciones sobre indicadores específicos.
- Ingresar al sistema, recuperar clave de acceso y modificar contraseña.

2.4 Requerimientos no funcionales

Para el funcionamiento del sistema se han considerado restricciones que inciden en el comportamiento del sistema, pero no refieren a funciones que ejecutará. Estos requerimientos son adicionales a los requerimientos funcionales que debe cumplir el sistema y corresponden a aspectos tales como la disponibilidad, mantenibilidad, flexibilidad, seguridad, facilidad de uso, etc. En la siguiente lista se muestran los requerimientos no funcionales del sistema:

³⁰Wikipedia. Requisito funcional. Recuperado agosto de 2012, de http://es.wikipedia.org/wiki/Requisito_funcional

- El sistema se visualizará y funcionará correctamente en las versiones más recientes de navegadores de internet, especialmente: Mozilla Firefox, Chrome e Internet Explorer.
- Estar disponible durante el horario laboral de la UEP ubicada en la Alcaldía de Managua y las UGA en las municipalidades que corresponde a 8:00 a.m. hasta 5:00 p.m.
- El sistema deberá proveer de facilidad para agregar nuevas funcionalidades o modificar las existentes.
- El paradigma de programación a utilizarse deberá ser Programación Orientada a Objetos (POO) dadas sus ventajas.

2.5. Modelo del negocio

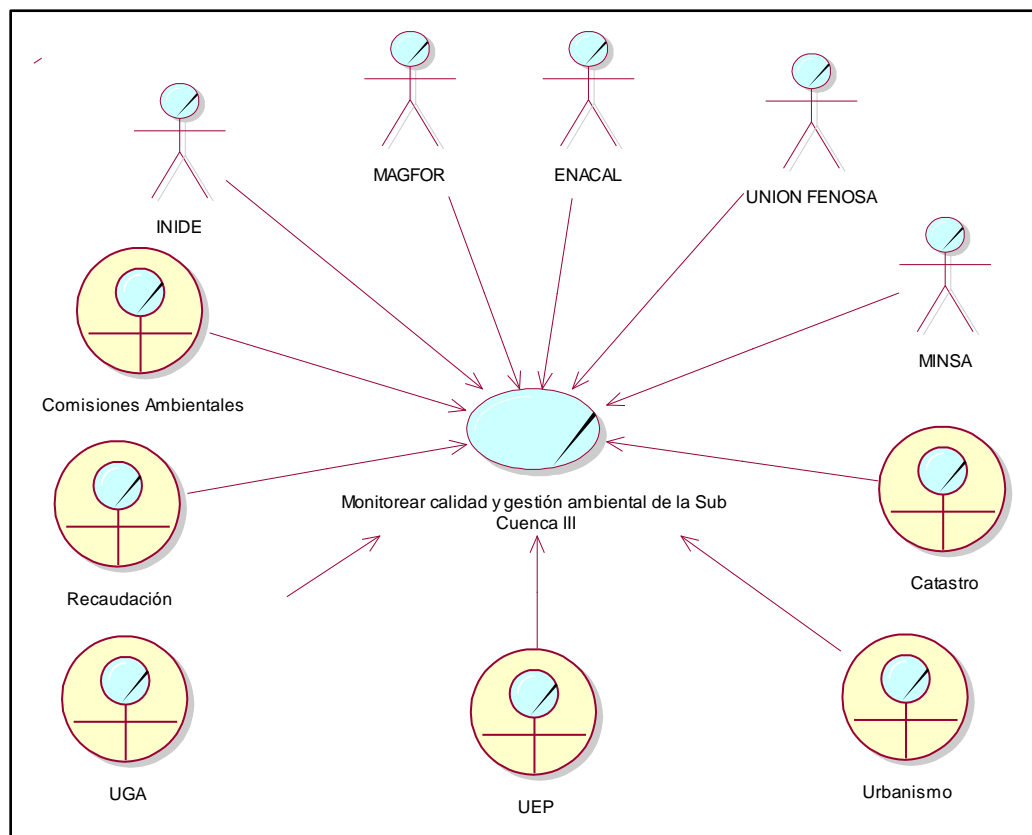


Figura 2.5.1. Modelo del negocio

En el modelo de negocio de la **Figura 2.5.2** se describen los sub procesos del involucrados en el proceso del negocio *Monitoreo de la Calidad y Gestión ambiental de los municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua* (véase **Figura 2.5.1**).

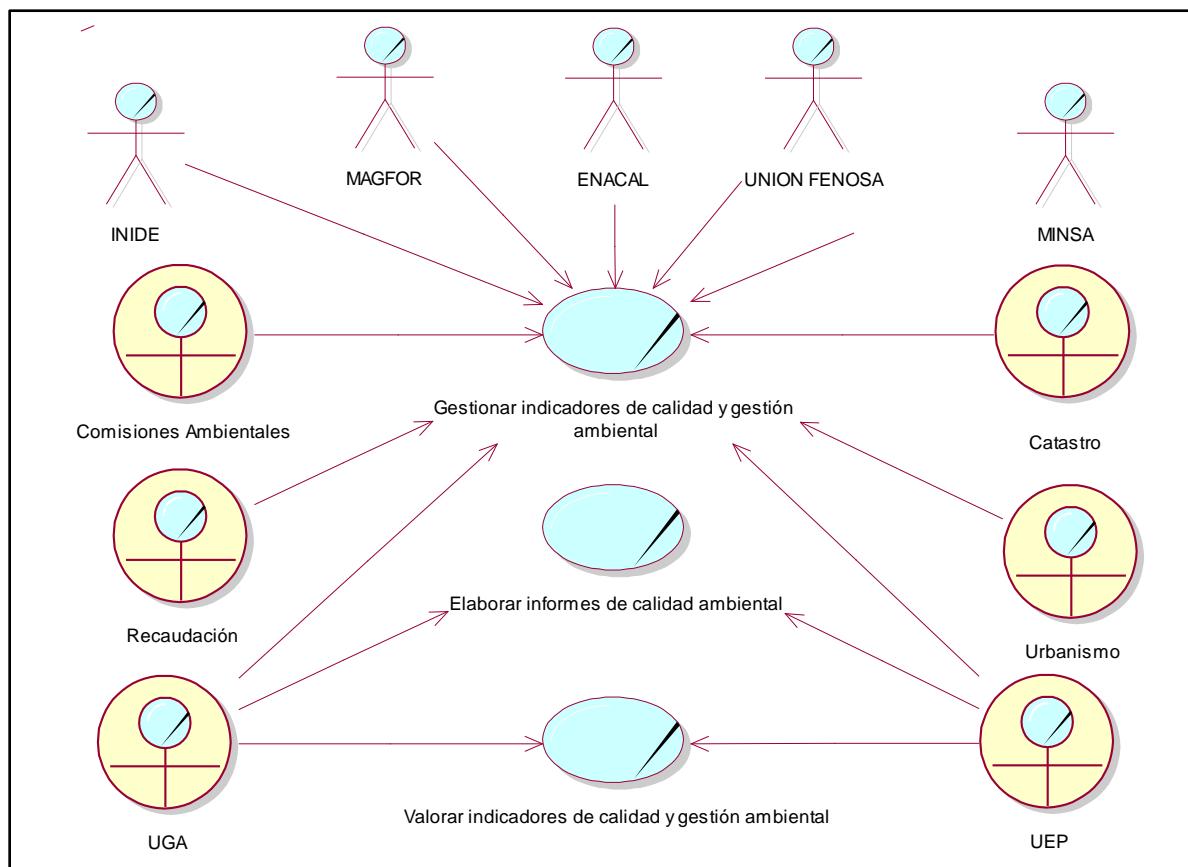


Figura 2.5.2. Modelo del negocio con sub procesos

2.6 Diagramas de actividad

A continuación se presentan los diagramas de actividad que describen simplifícadamente las actividades que se llevan a cabo en los procesos involucrados en el monitoreo de la calidad y gestión ambiental de la Sub Cuenca III que llevan a cabo la UEP y las UGA:

1. **Cuantificar indicador:** En este diagrama se presentan las actividades que se llevan a cabo en el proceso de incorporación de datos de indicadores base de calidad y gestión ambiental, esto debido a que los indicadores específicos se generan a partir de las ponderaciones (descrito en el Capítulo anterior) de indicadores base. La cuantificación se desarrolla a nivel de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) y de la Unidad Ejecutora de Proyectos (UEP), por tanto se presentan dos diagramas de actividad (**Figura 2.6.1 y 2.6.2**).
2. **Valorar indicadores de calidad ambiental:** Esta actividad se lleva a cabo por las UGA, una vez cuantificados los indicadores en los formatos Excel. Para este proceso se elaboran matrices de síntesis de información y se comparan con los formatos de criterios de medición por cada indicador base para generar una valoración (véase **Figura 2.6.3**).
3. **Elaborar informes del estado de calidad ambiental:** Este diagrama aborda las actividades para la elaboración de informes de calidad y gestión ambiental de los municipios/distritos de la Sub Cuenca III (**Figura 2.6.4**).

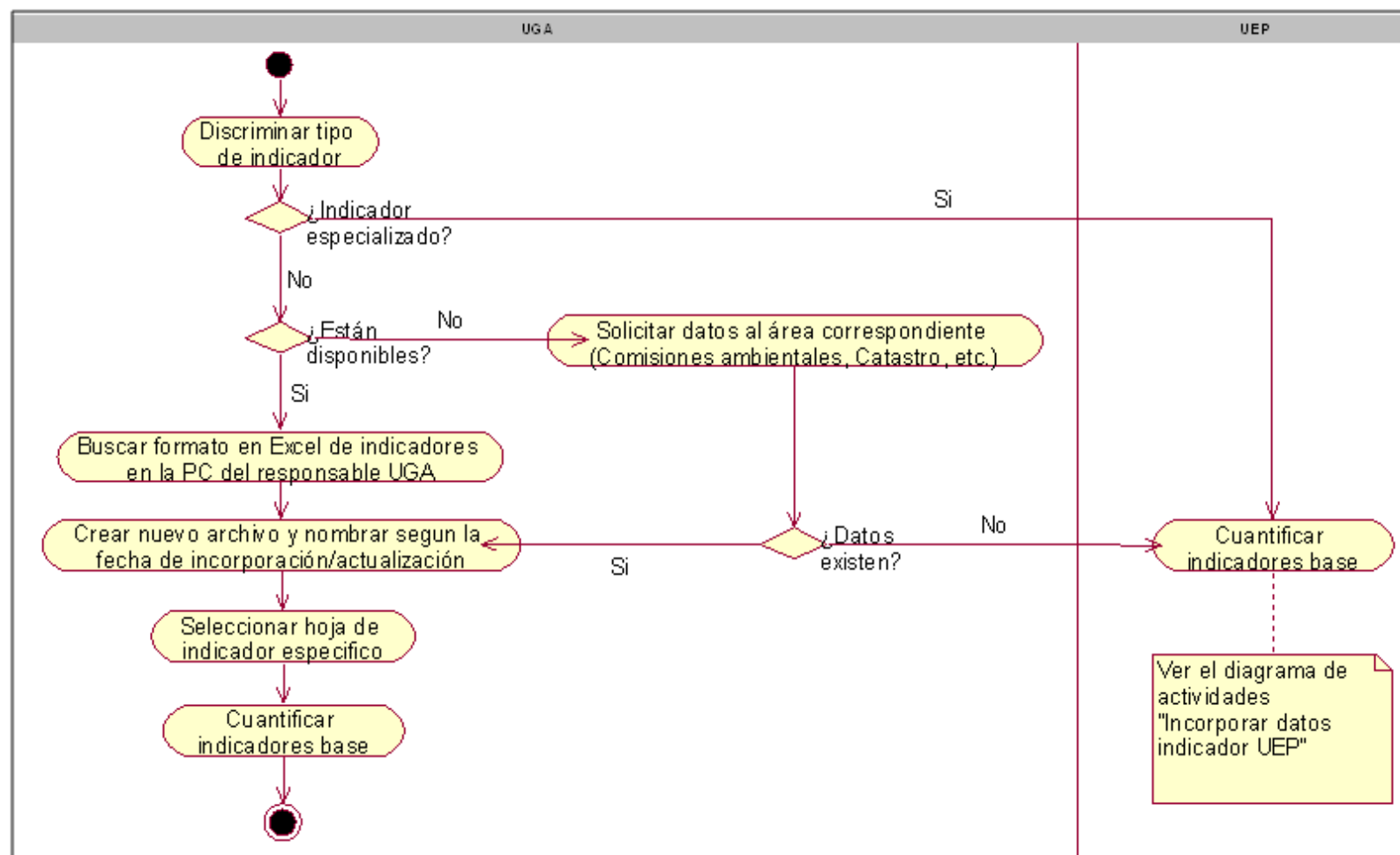


Figura 2.6.1 Diagrama de actividad Cuantificar indicador (UGA).

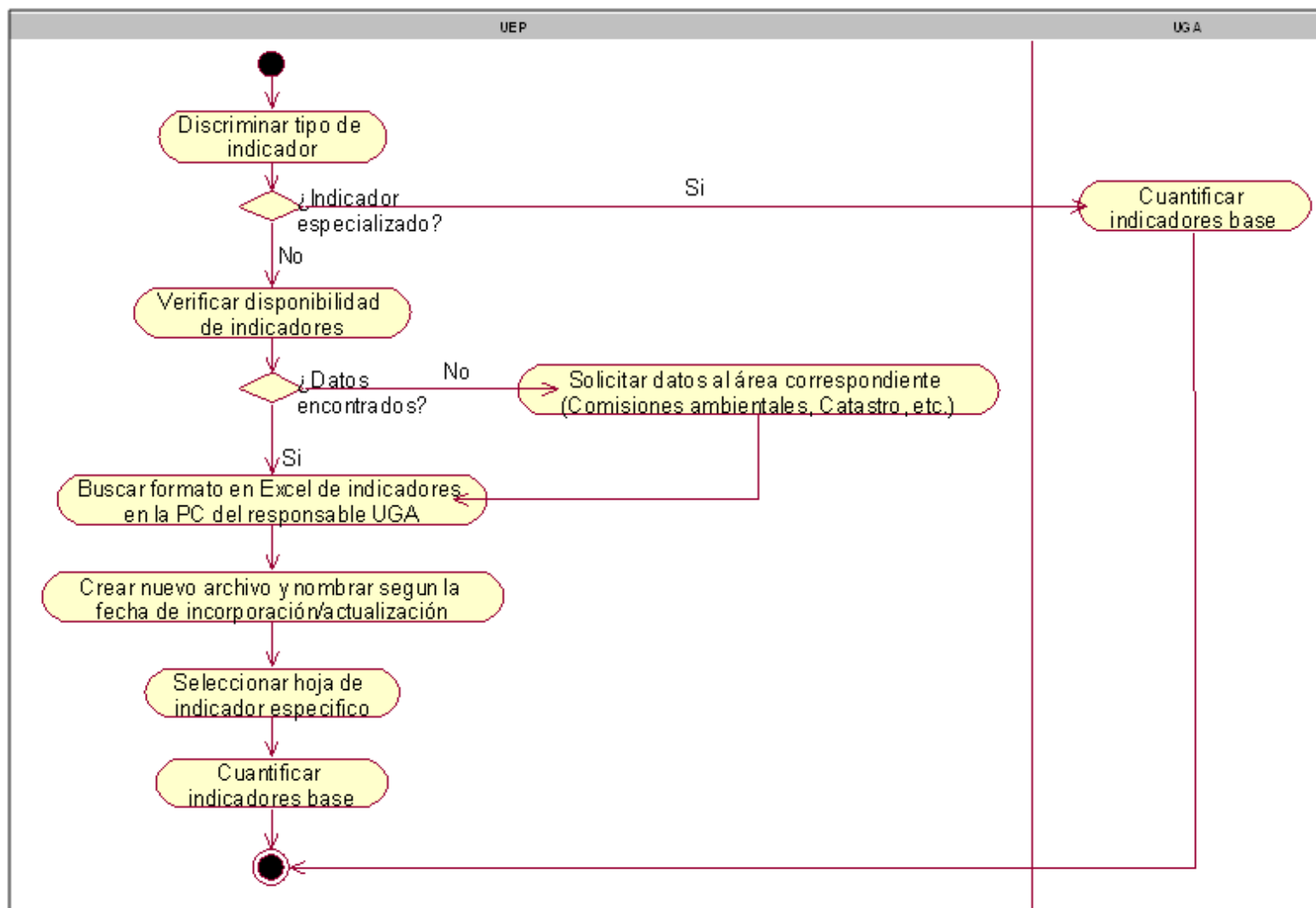


Figura 2.6.2 Diagrama de actividad Cuantificar indicador (UEP).

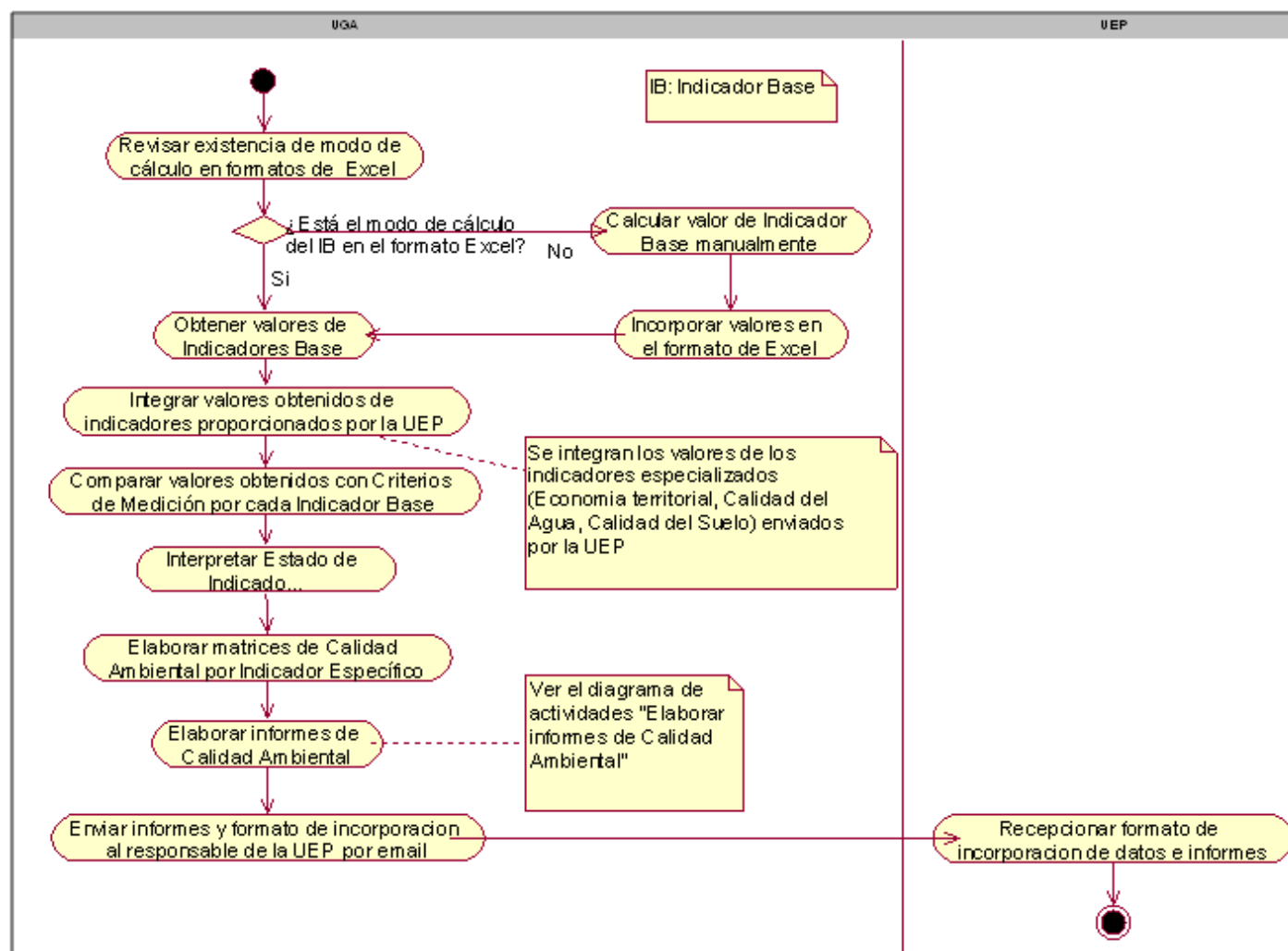


Figura 2.6.3 Diagrama de actividad valorar indicadores UGA.

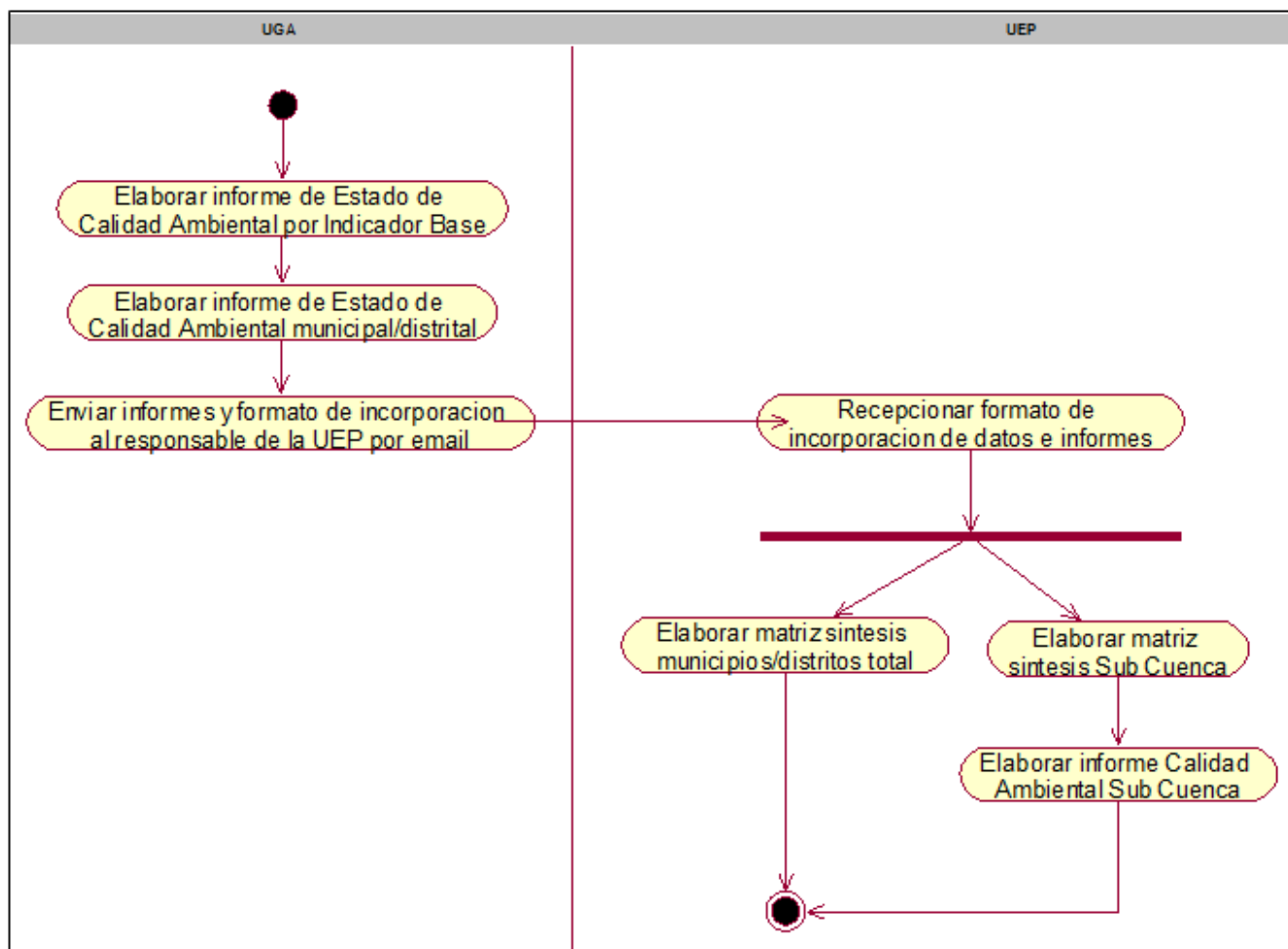


Figura 2.6.4. Diagrama de actividad elaborado informes de calidad ambiental.

2.7 Casos de uso del sistema

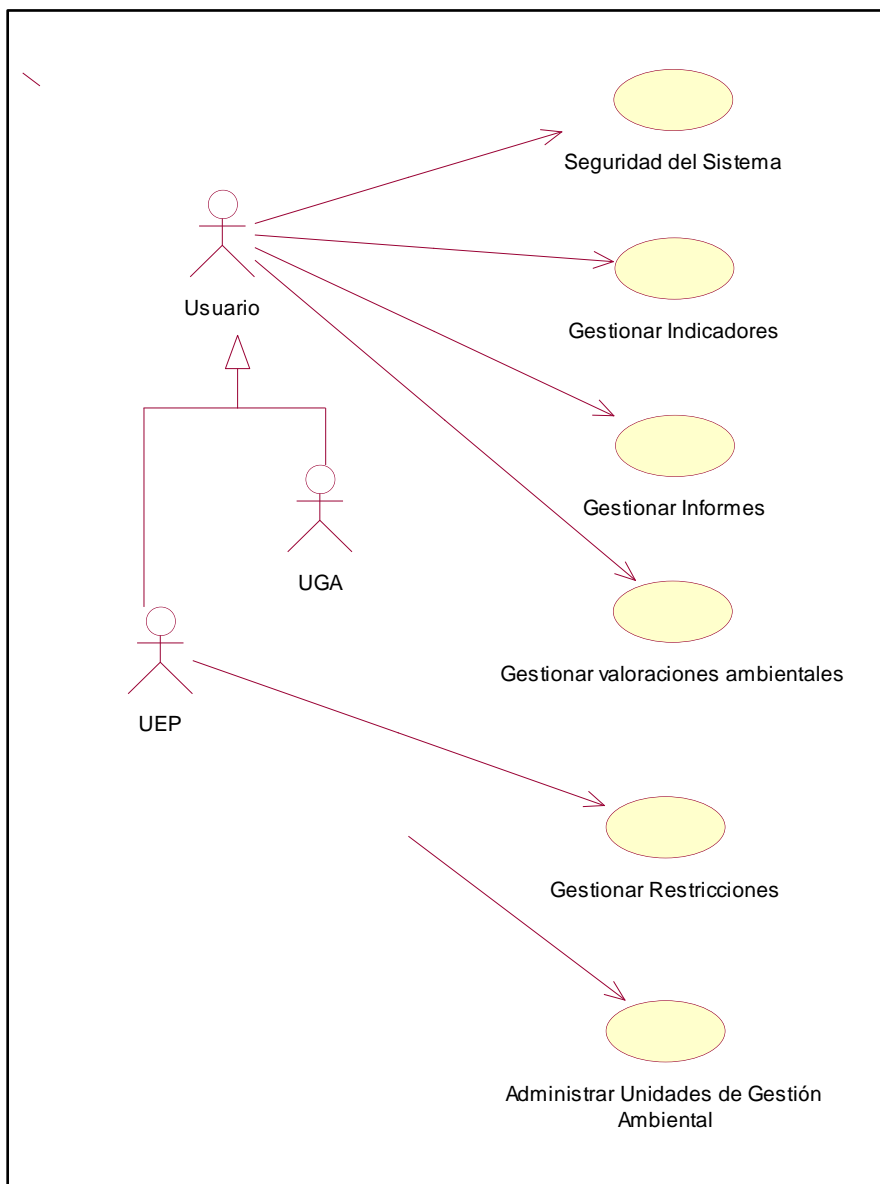


Figura 2.7.1.

2.8 Descripción de Casos de Uso

- 1. Administrar Unidades de Gestión Ambiental:** Consiste en la visualización y actualización de la información de las UGA por cada uno de sus responsables y la UEP (véase **Figura 2.9.1**).

2. **Seguridad del sistema:** Seguridad del sistema contiene las pantallas del sistema relacionadas al acceso tales como: inicio de sesión, modificación y restablecimiento de contraseña (**Figura 2.9.2**).
3. **Gestionar indicadores:** Permite incorporar, visualizar y editar indicadores de calidad ambiental a dos niveles. El primero se refiere a los municipios, debido a que en ocasiones las Unidades Ambientales (UEP y UGA) poseen el dato para cuantificar el indicador del territorio, el segundo nivel consiste en los barrios, comarcas y unidades vecinales, este es un grado mucho más específico de cuantificación de los indicadores (ver **Figura 2.9.3**).
4. **Gestionar valoraciones ambientales:** La gestión de valoraciones consiste en la presentación de las valoraciones del estado de la calidad y gestión ambiental de los municipios y distritos así como los barrios y comarcas que los conforman a modo de visualización (véase **Figura 2.9.4**).
5. **Gestionar informes:** Consiste en la generación de informes de calidad y gestión ambiental municipal/distrital, barrio/comarca, barrio/comarca que pertenece a la sub cuenca y de la sub cuenca a totalidad (**Figura 2.9.5**).
6. **Gestionar restricciones:** A través de la gestión de restricciones (ver **Figura 2.9.6**), la Unidad Ejecutora de Proyectos (UEP) será capaz de definir, visualizar y editar condiciones para el acceso a indicadores base por parte de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA). Lo anterior se debe a que existen indicadores especializados, es decir cuyos datos solamente se encuentran disponibles en instituciones como ENACAL, MAGFOR, etc. con las cuales la UEP ha definido convenios para la facilitación de datos de forma directa y por tanto, la Unidad Ejecutora es la responsable de incorporarlos.

2.9 Diagramas de casos de uso

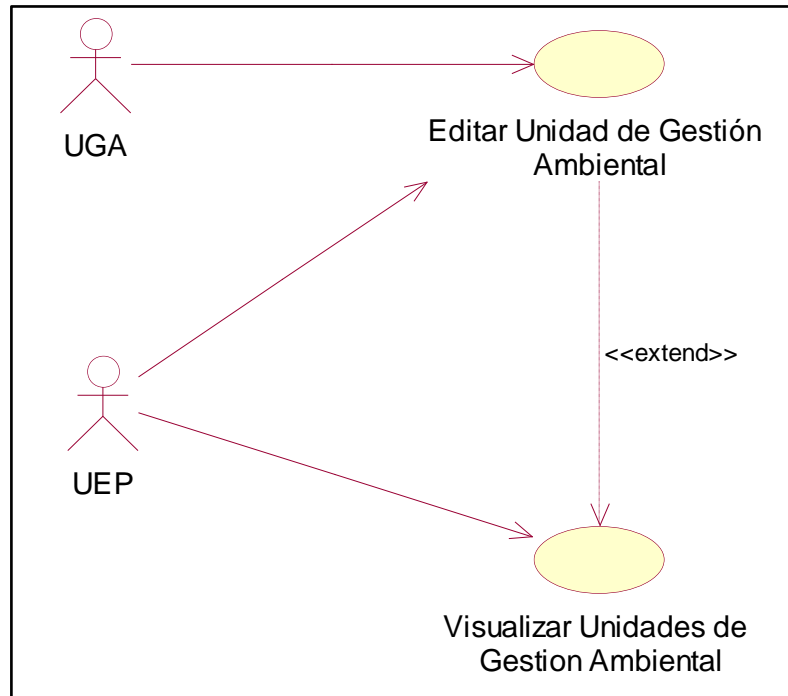


Figura 2.9.1. Diagrama de caso de uso Administrar Unidades de Gestión Ambiental

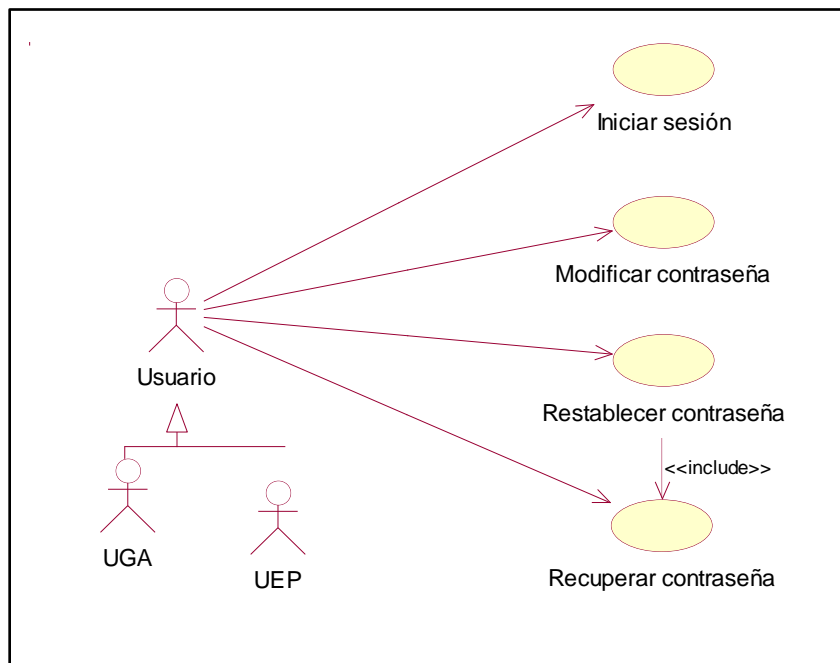


Figura 2.9.2. Diagrama de caso de uso Seguridad del Sistema.

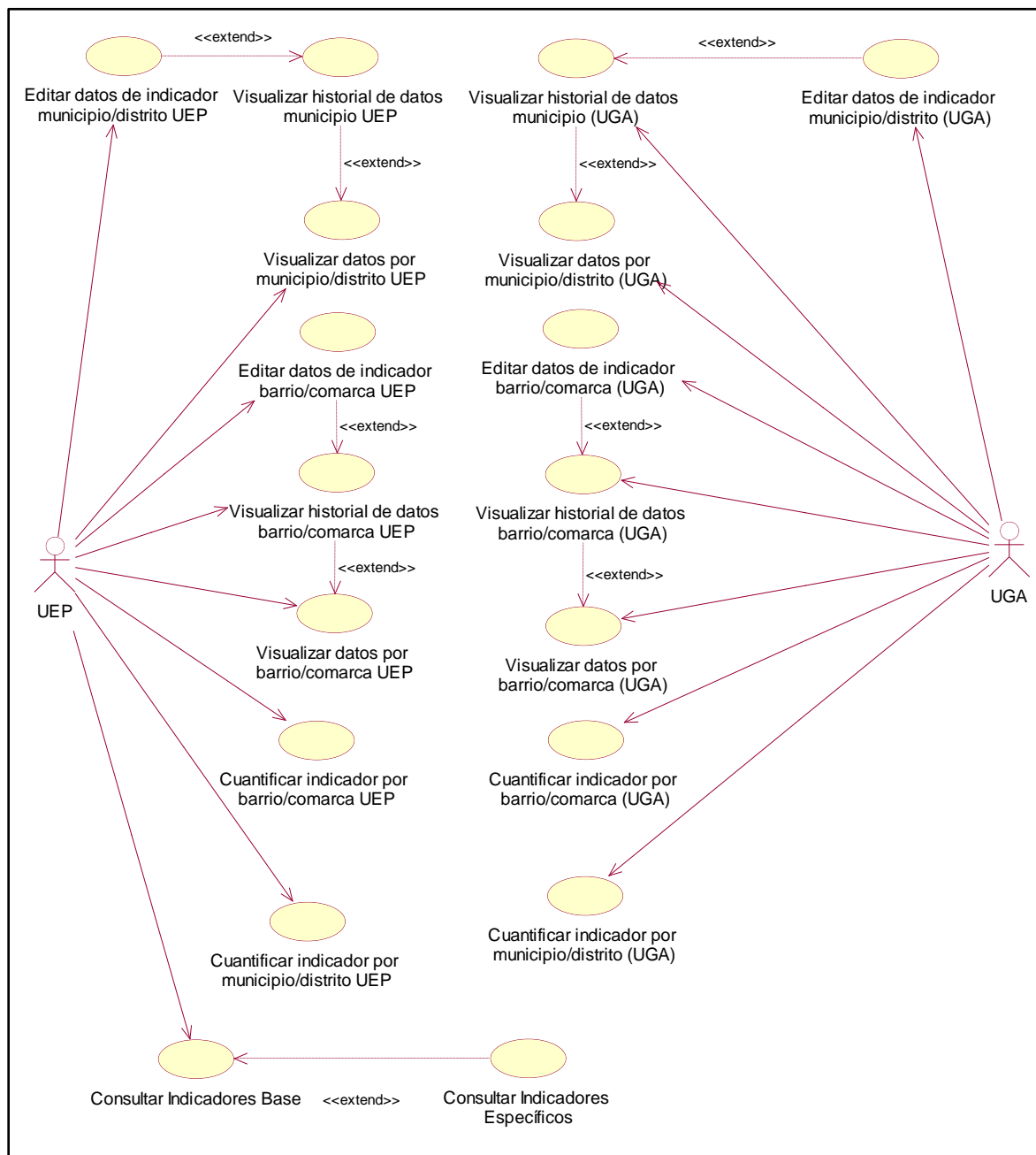


Figura 2.9.3. Diagrama de caso de uso Gestionar Indicadores.

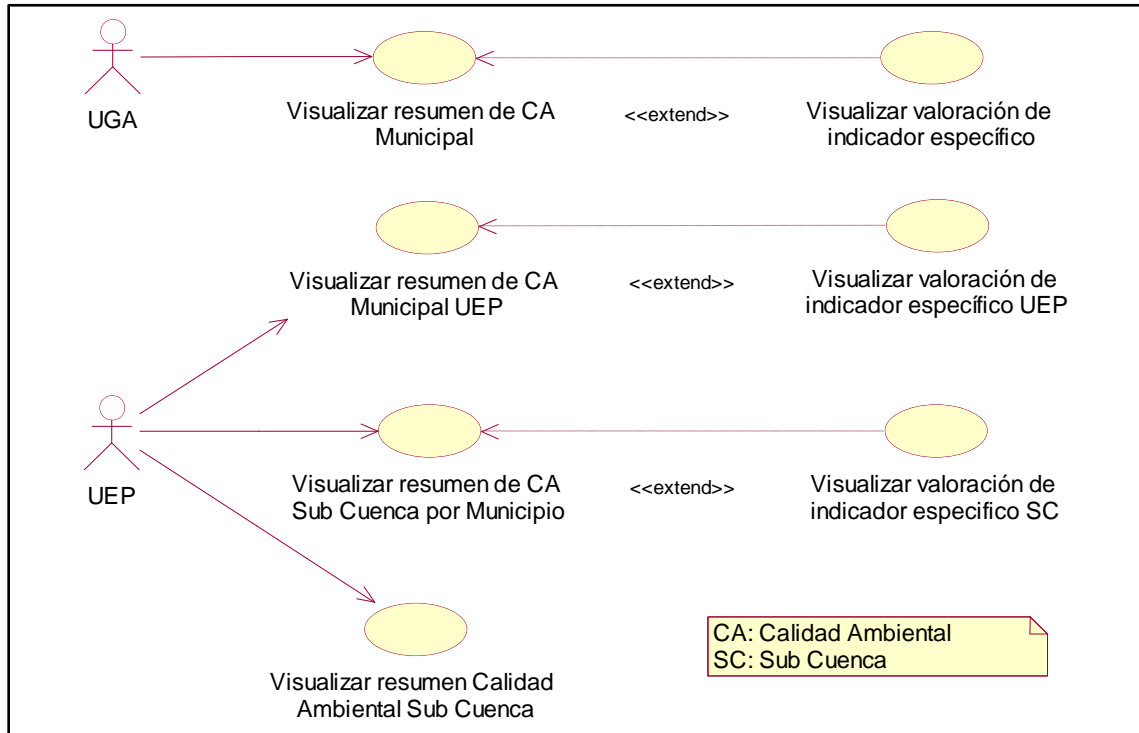


Figura 2.9.4. Diagrama de caso de uso Gestionar Valoraciones Ambientales

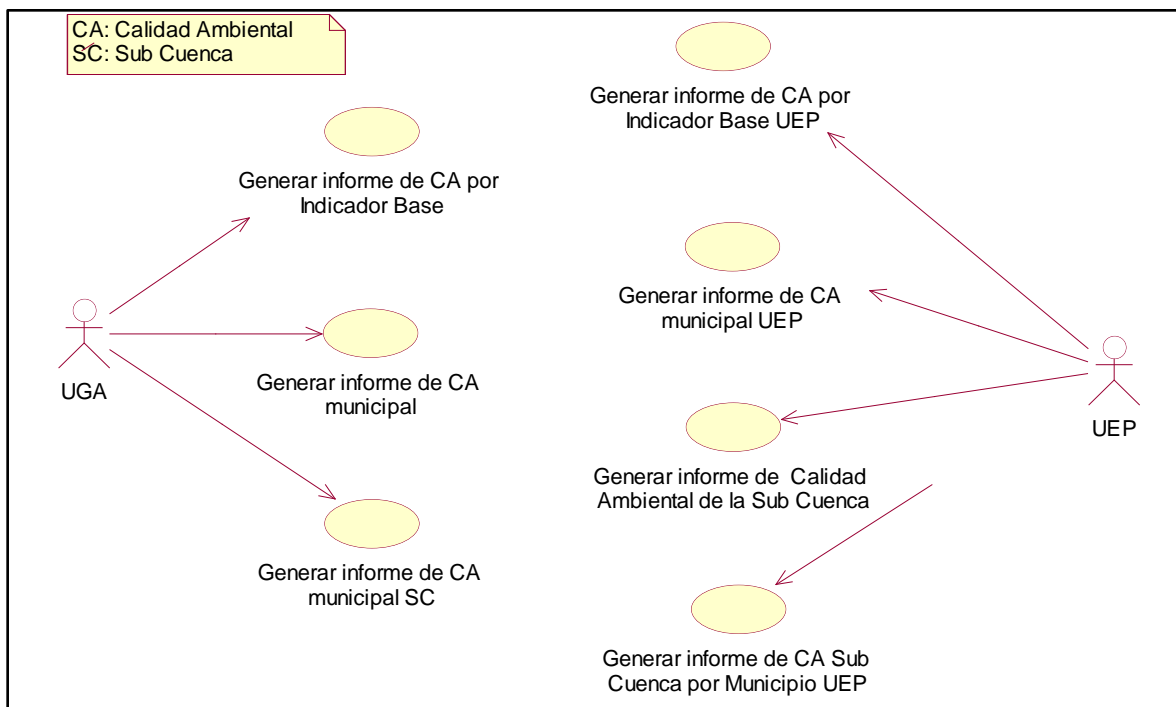


Figura 2.9.5. Diagrama de caso de uso Gestionar Informes

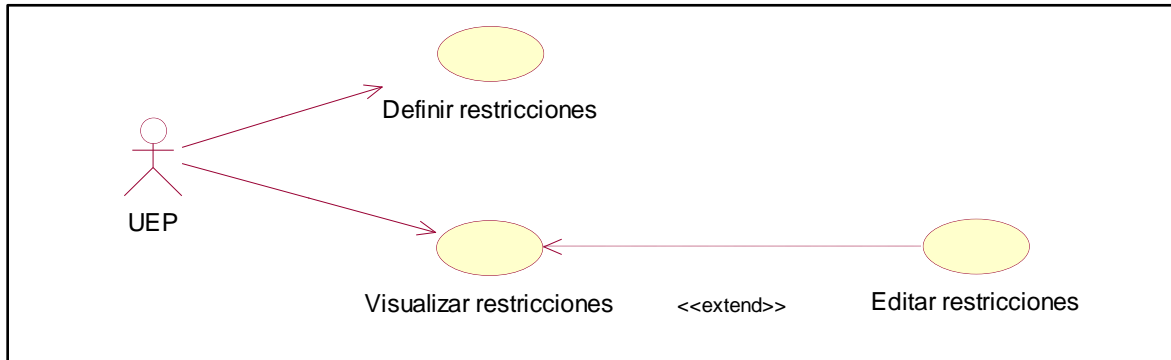


Figura 2.9.6. Gestionar restricciones

Para representar los escenarios que se desarrollan en cada uno de los casos de uso presentados se utilizaron Plantillas de Coleman. (Ver **Anexo 15**).

2.10. Validación de requerimientos

La **Tabla 2.10.1** presenta la matriz de rastreabilidad, la cual evidencia que cada uno de los casos de uso del sistema (requerimientos funcionales) corresponde a un objetivo del sistema y por tanto contribuye al cumplimiento de los mismos.

		OBJ-1	OBJ-2	OBJ-3	OBJ-4	OBJ-5	OBJ-6
CU-001			X				
CU-002			X				
CU-003			X				
CU-004			X				
CU-005			X				
CU-006			X				
CU-007			X				
CU-008	X						
CU-009	X						
CU-010	X						
CU-011	X						
CU-012	X						
CU-013	X						
CU-014	X						
CU-015	X						
CU-016	X						
CU-017	X						
CU-018	X						
CU-019	X						
CU-020	X						
CU-021	X						
CU-022	X						
CU-023	X						
CU-024	X						
CU-025						X	
CU-026						X	
CU-027						X	
CU-028					X		
CU-029					X		
CU-030					X		
CU-031							X
CU-032							X
CU-033							X
CU-034							X
CU-035				X			
CU-036			X				
CU-037			X				
CU-038			X				
CU-039			X				
CU-040			X				
CU-041			X				

Tabla 2.10.1 Matriz de rastreabilidad, OBJ: Objetivo, CU: Caso de Uso (Ver Anexo 15)

CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA

En este capítulo se muestra el diseño del sistema, es decir el *modelo de diseño*, el cual proporciona una comprensión detallada de los requisitos y despliega una abstracción de la implementación del sistema. En el diseño de SIGAM-SCIII se aplicó la metodología UWE y se tomó como base el modelo de requerimientos obtenido en el capítulo *Análisis de Requerimientos*.

3.1 Diseño del software

3.1.1 Modelo de contenido (Diagrama de Clases)

En el modelo de contenido del Sistema de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental de los Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (SIGAM-SCIII) de la **Figura 3.1.1.1** se muestra el diseño conceptual de la información que se manejará en el sistema (Indicadores, Escalas Geográficas, Territorios, Zonas, etc.), y los componentes que se encargaran del funcionamiento y la relación entre ellos.

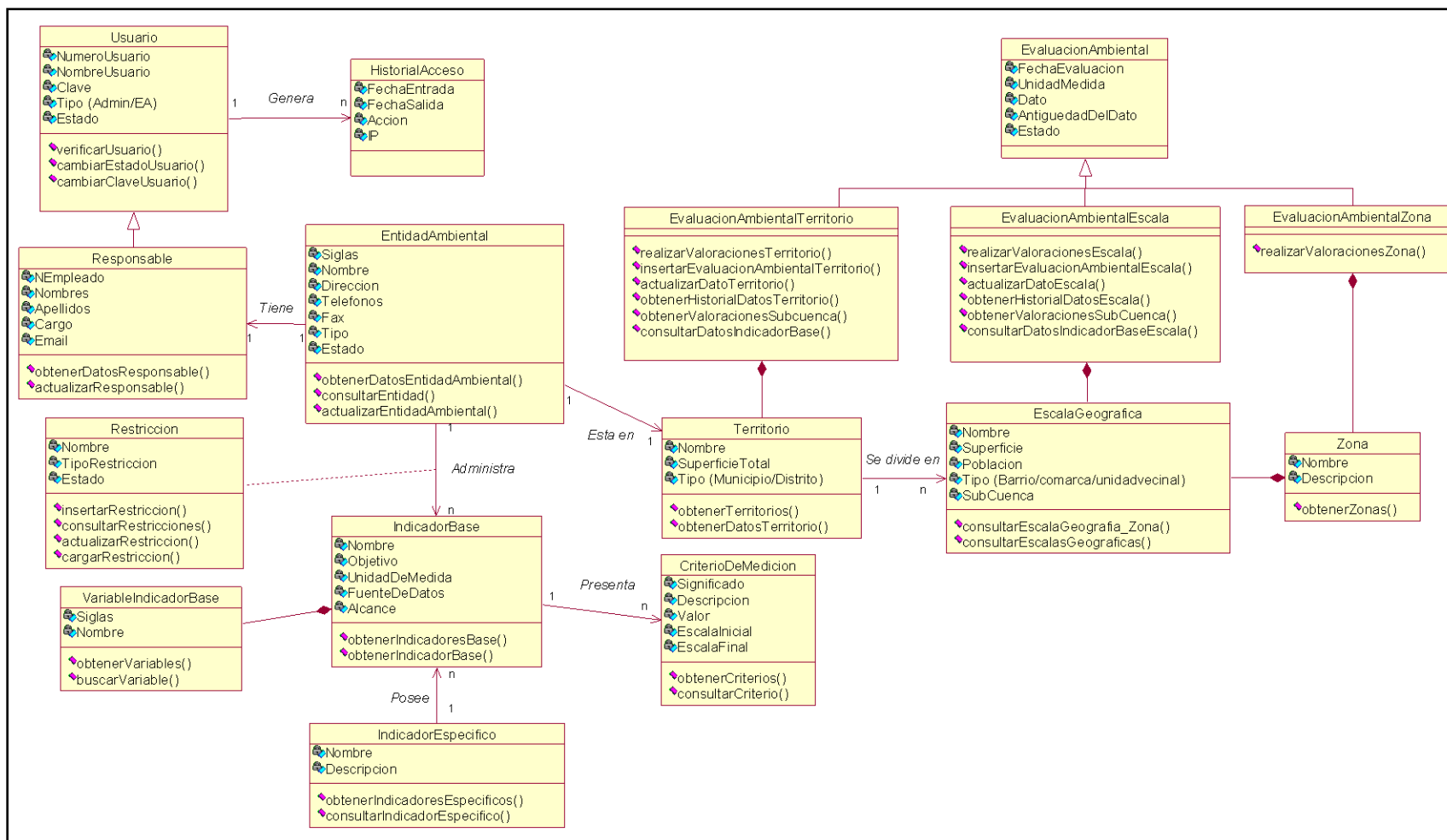


Figura 3.1.1.1 Modelo de contenido

3.1.2 Diagramas de secuencia

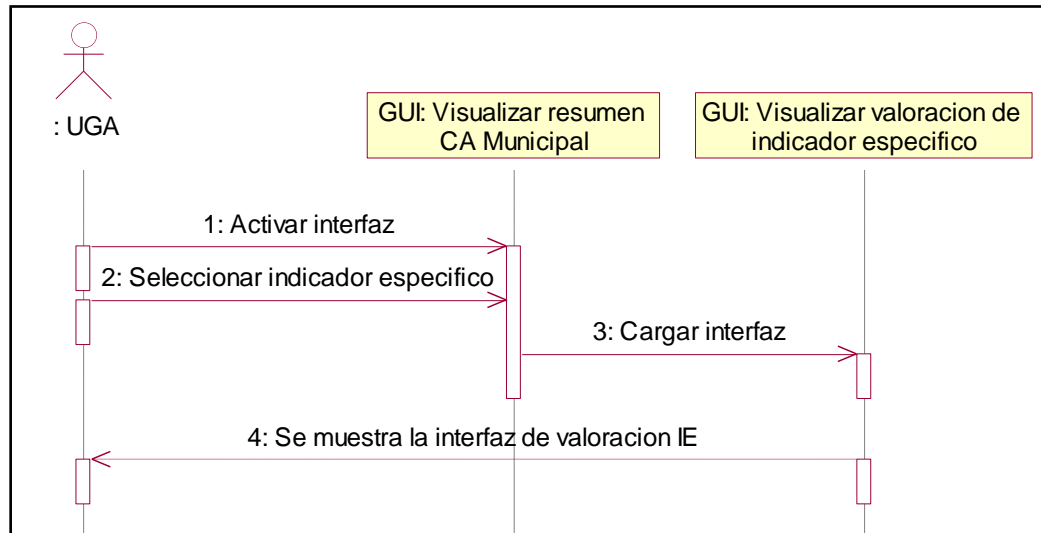


Figura 3.1.2.1 Visualizar resumen de calidad ambiental municipal (UGA)

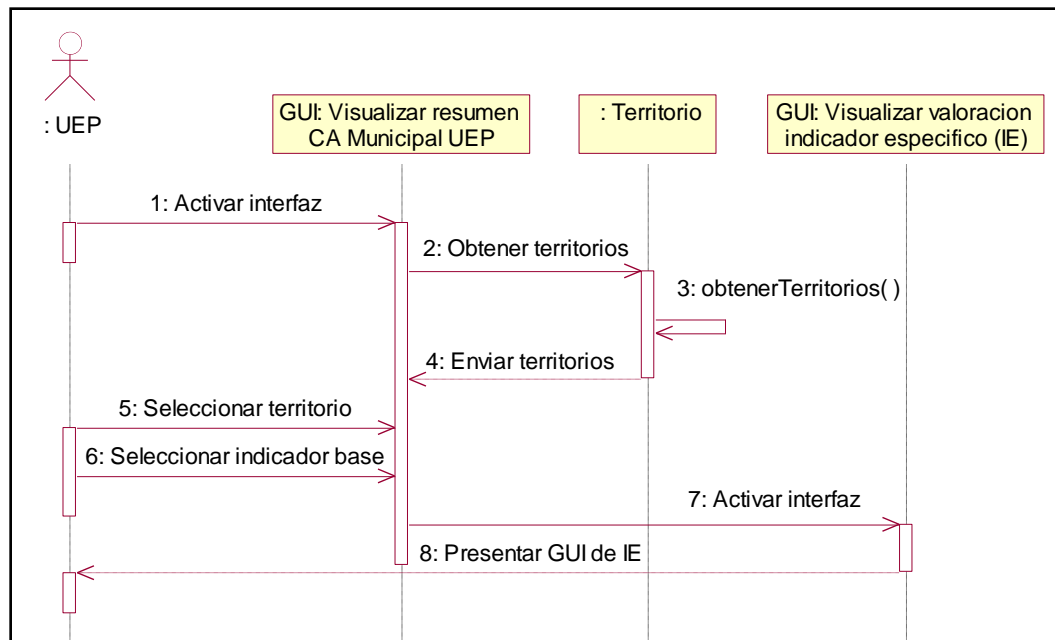


Figura 3.1.2.2 Visualizar resumen de CA Municipal (UEP)

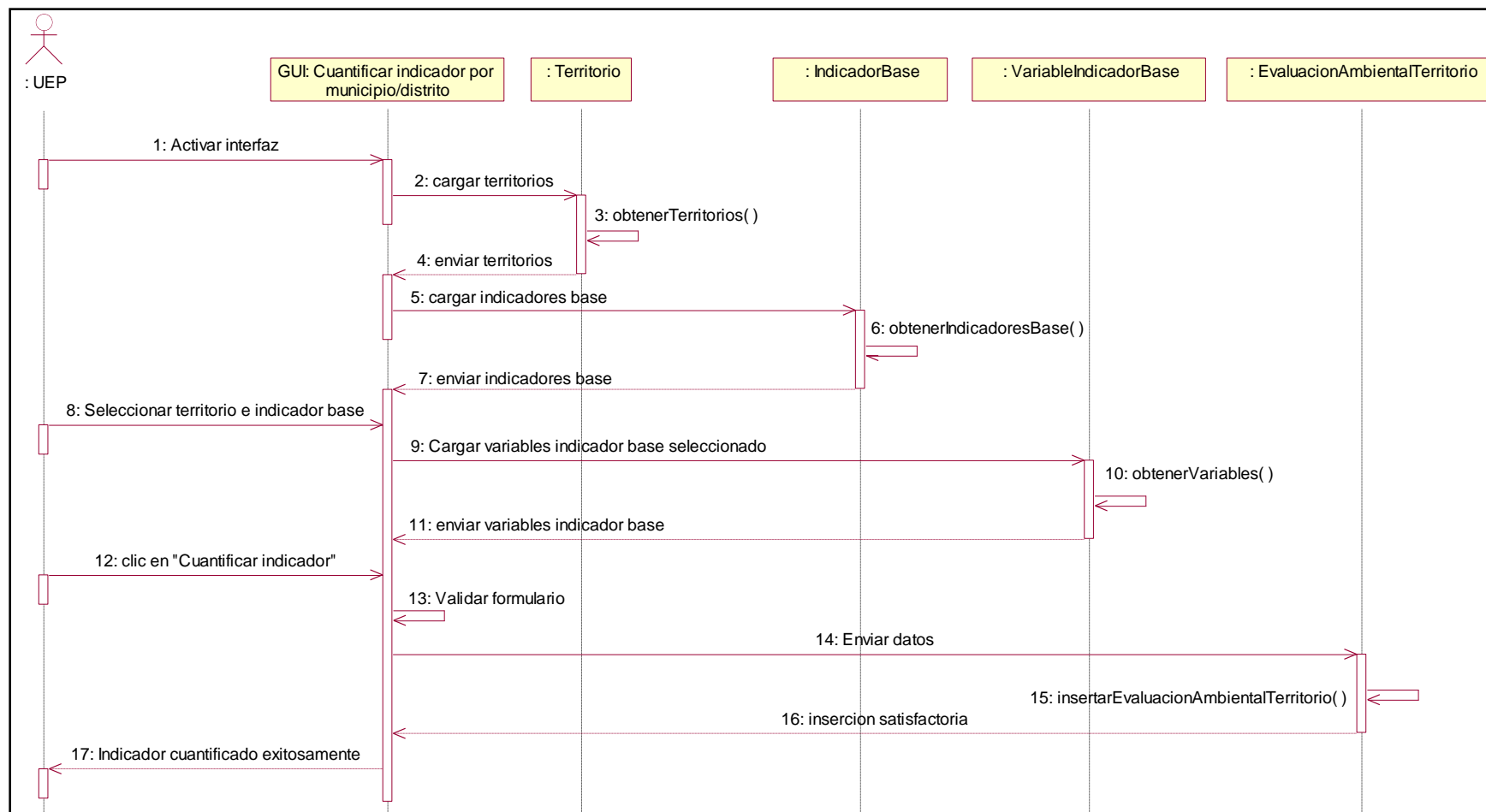


Figura 3.1.2.3 Cuantificar indicador por municipio/distrito UEP – Escenario N°1.

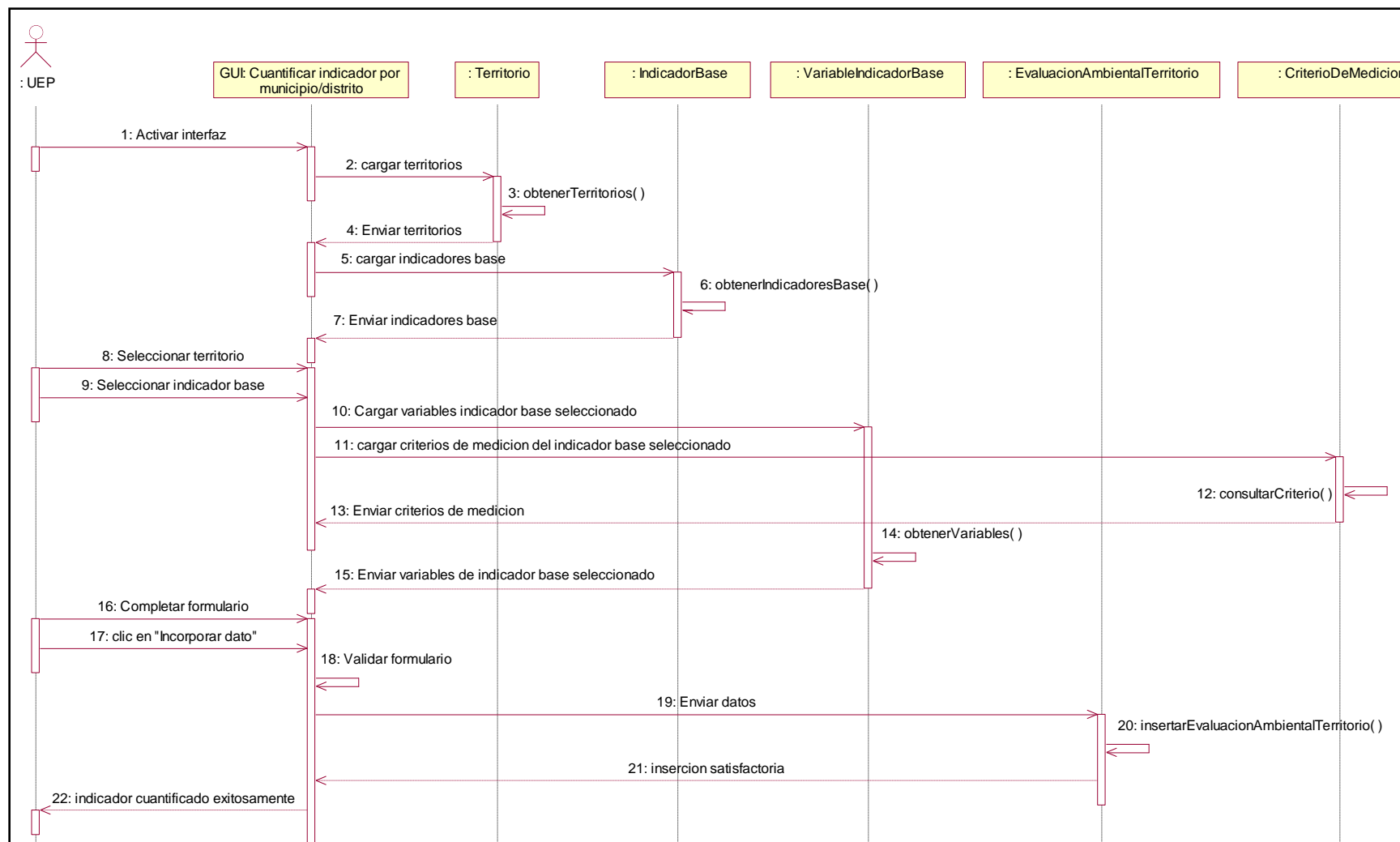


Figura 3.1.2.4 Cuantificar indicador por municipio/distrito UEP – Escenario N°2.

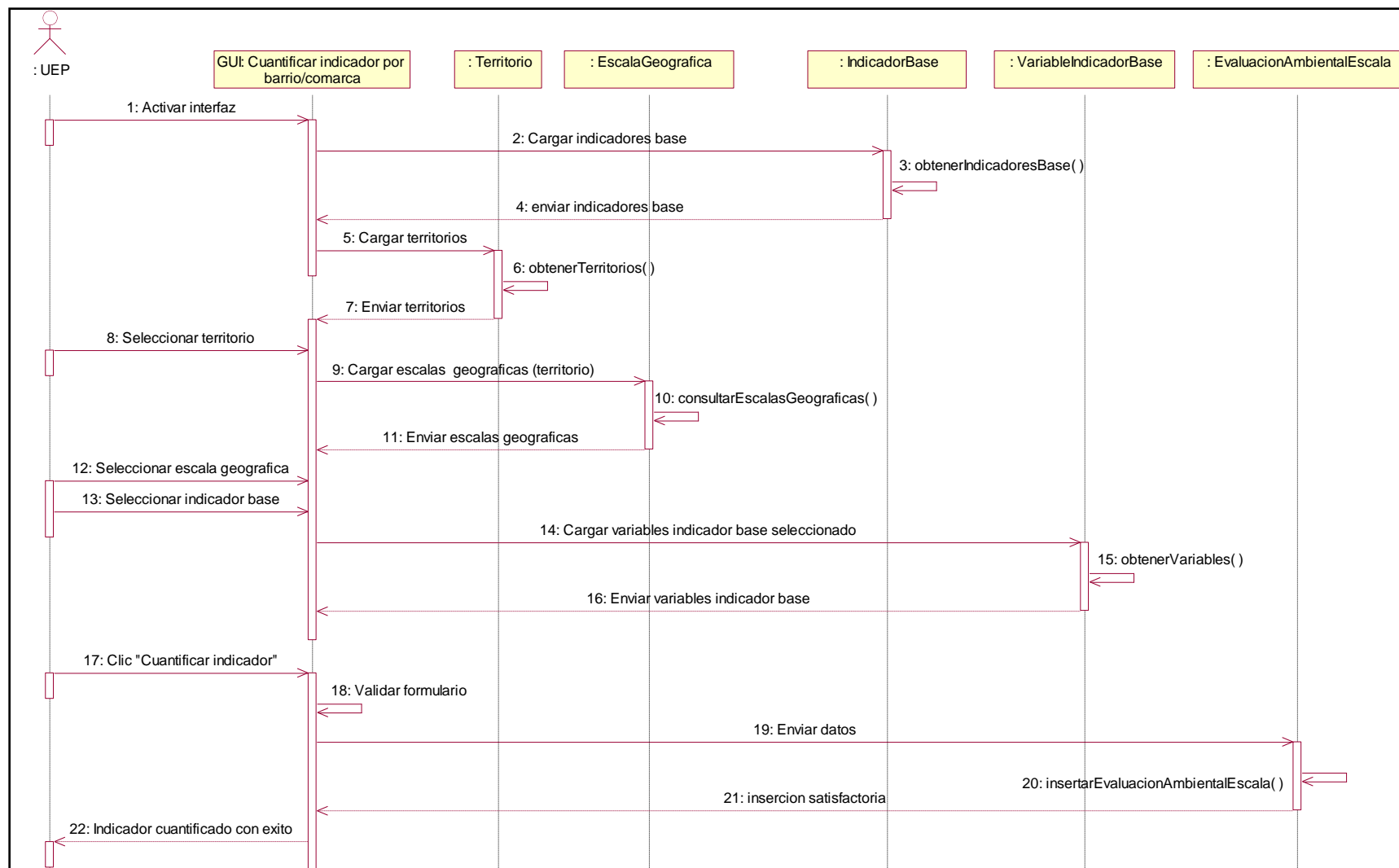


Figura 3.1.2.5 Cuantificar indicador por barrio/comarca UEP – Escenario N°1

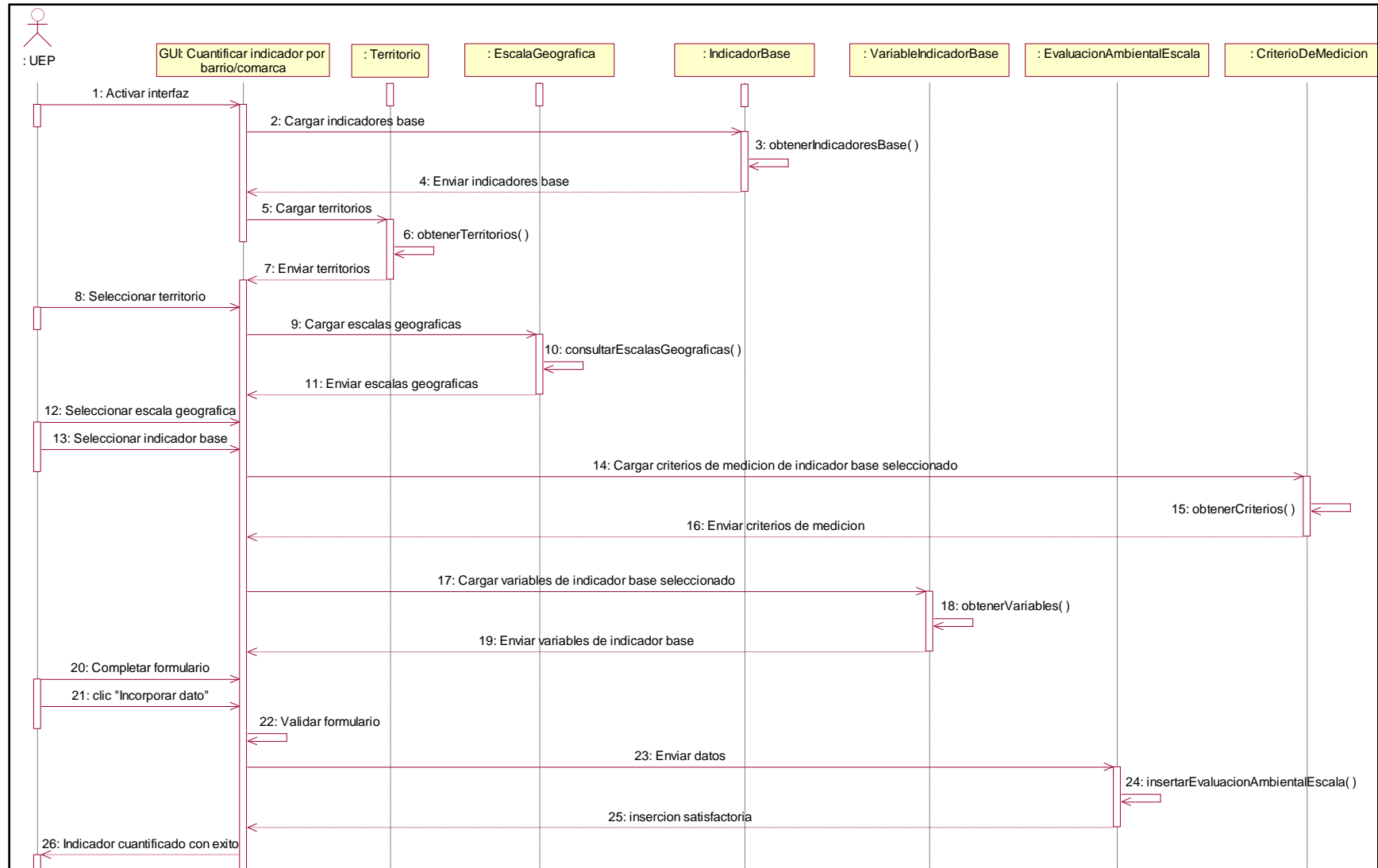


Figura 3.1.2.6. Cuantificar indicador por barrio/comarca UEP – Escenario N°2

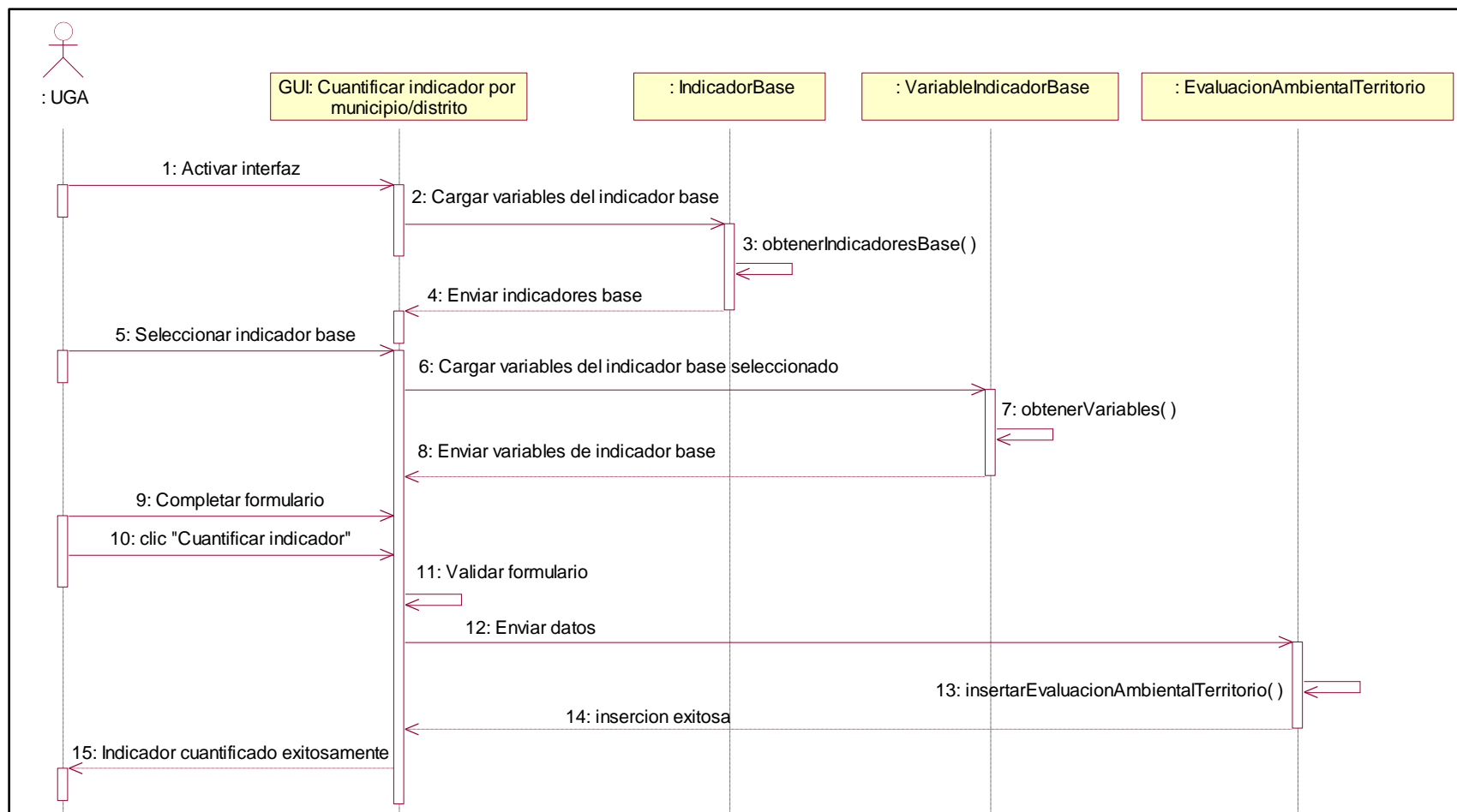


Figura 3.1.2.7. Cuantificar indicador por municipio/distrito (UGA) – Escenario N°1

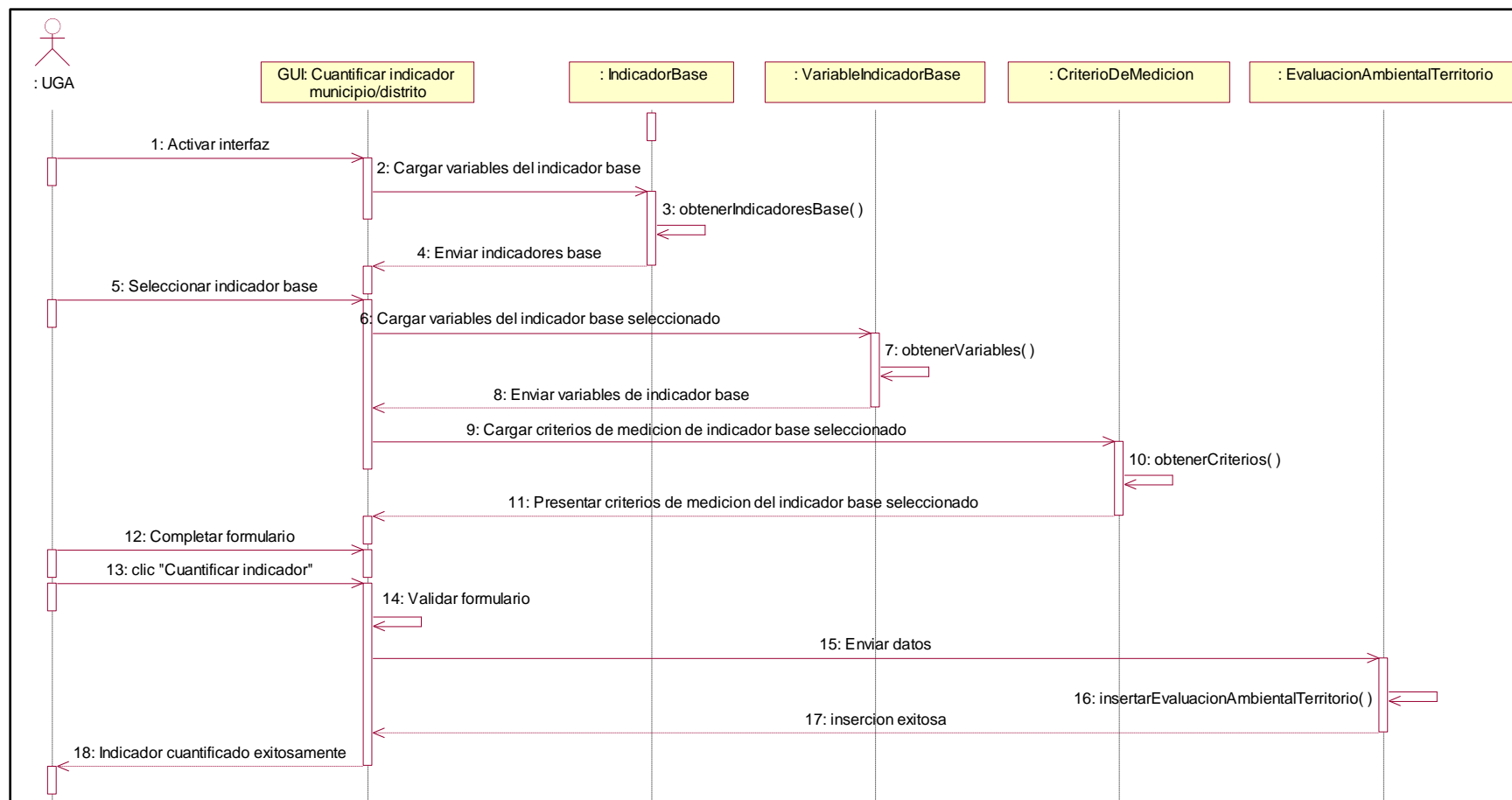


Figura 3.1.2.8. Cuantificar indicador por municipio/distrito (UGA) – Escenario N°2

Los demás diagramas de secuencia se ubican en el **Anexo 16**.

3.1.3. Diagramas de colaboración

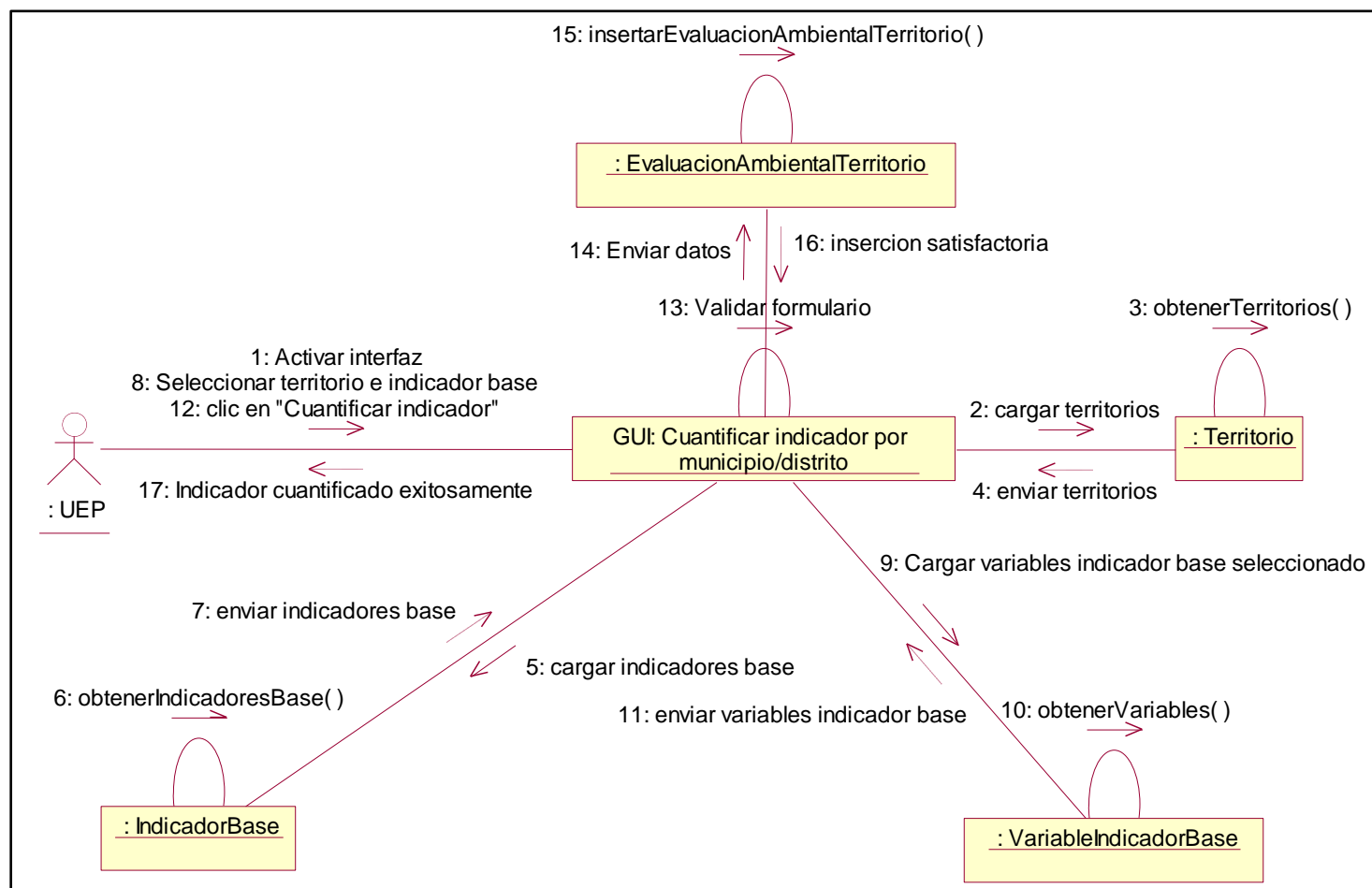


Figura 3.1.3.1 Cuantificar indicador por municipio/distrito (UEP) – Escenario N°1

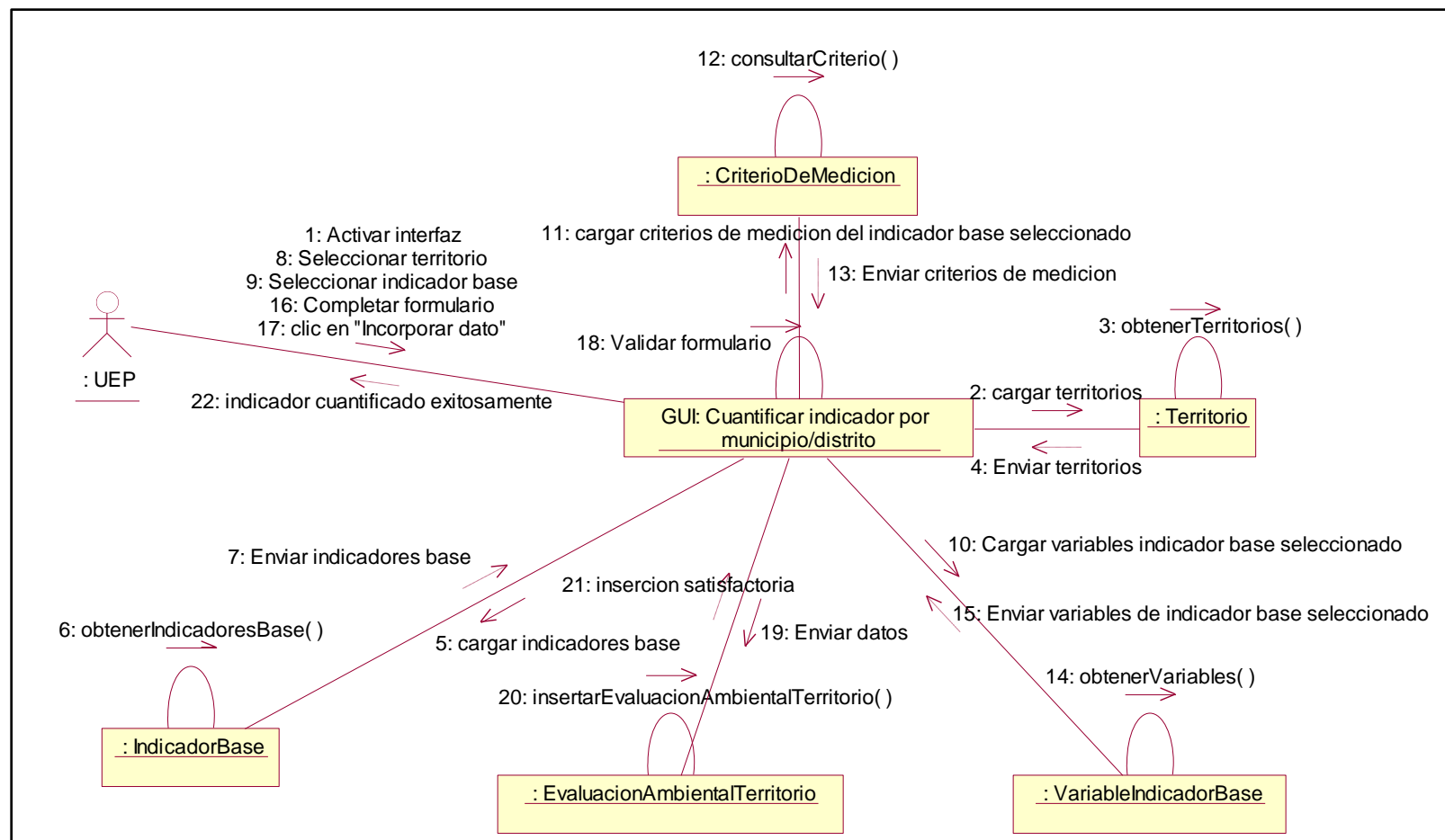


Figura 3.1.3.2. Cuantificar indicador municipio/distrito (UEP) – Escenario N°2

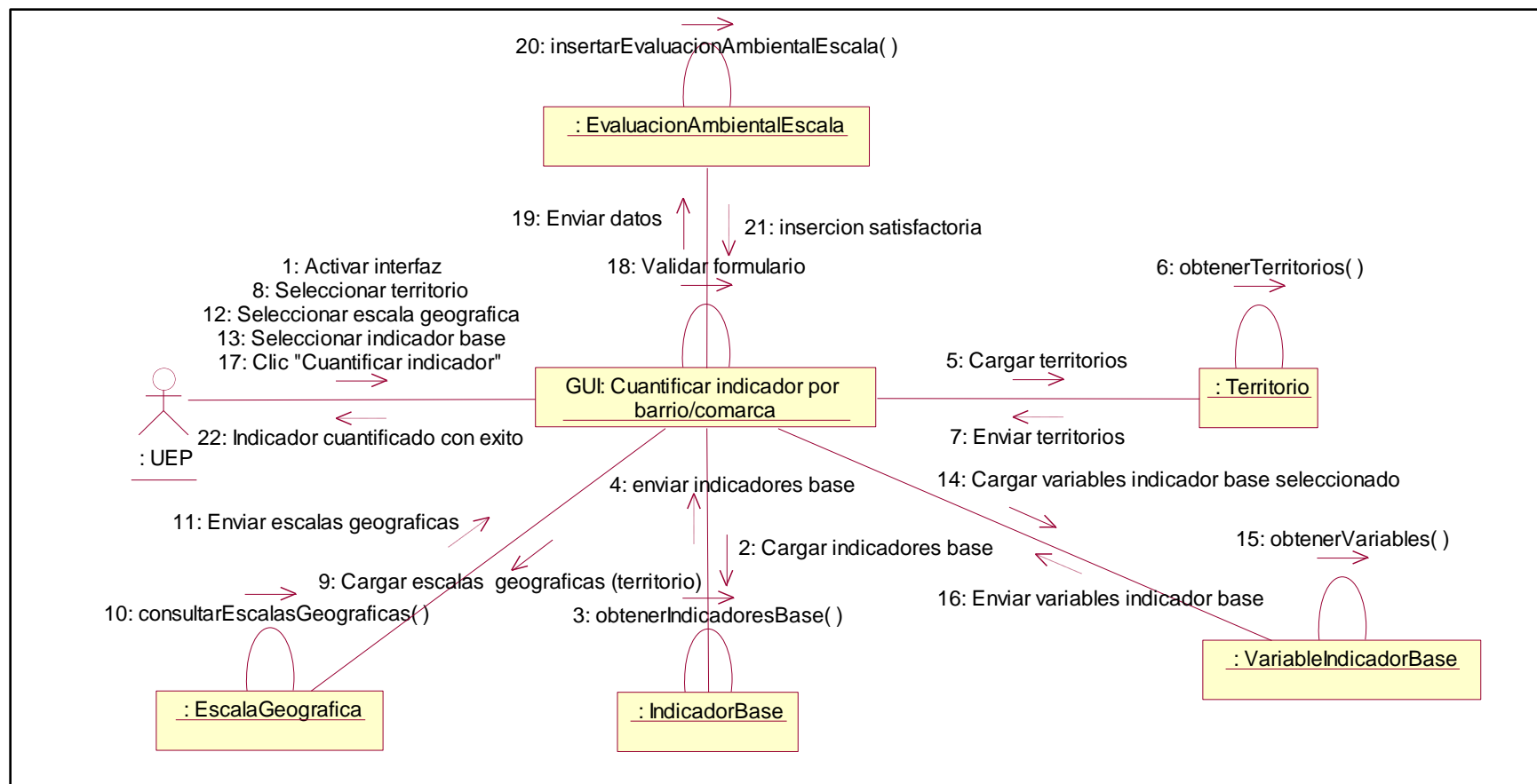


Figura 3.1.3.3. Cuantificar indicador barrio/comarca (UEP) – Escenario N°1

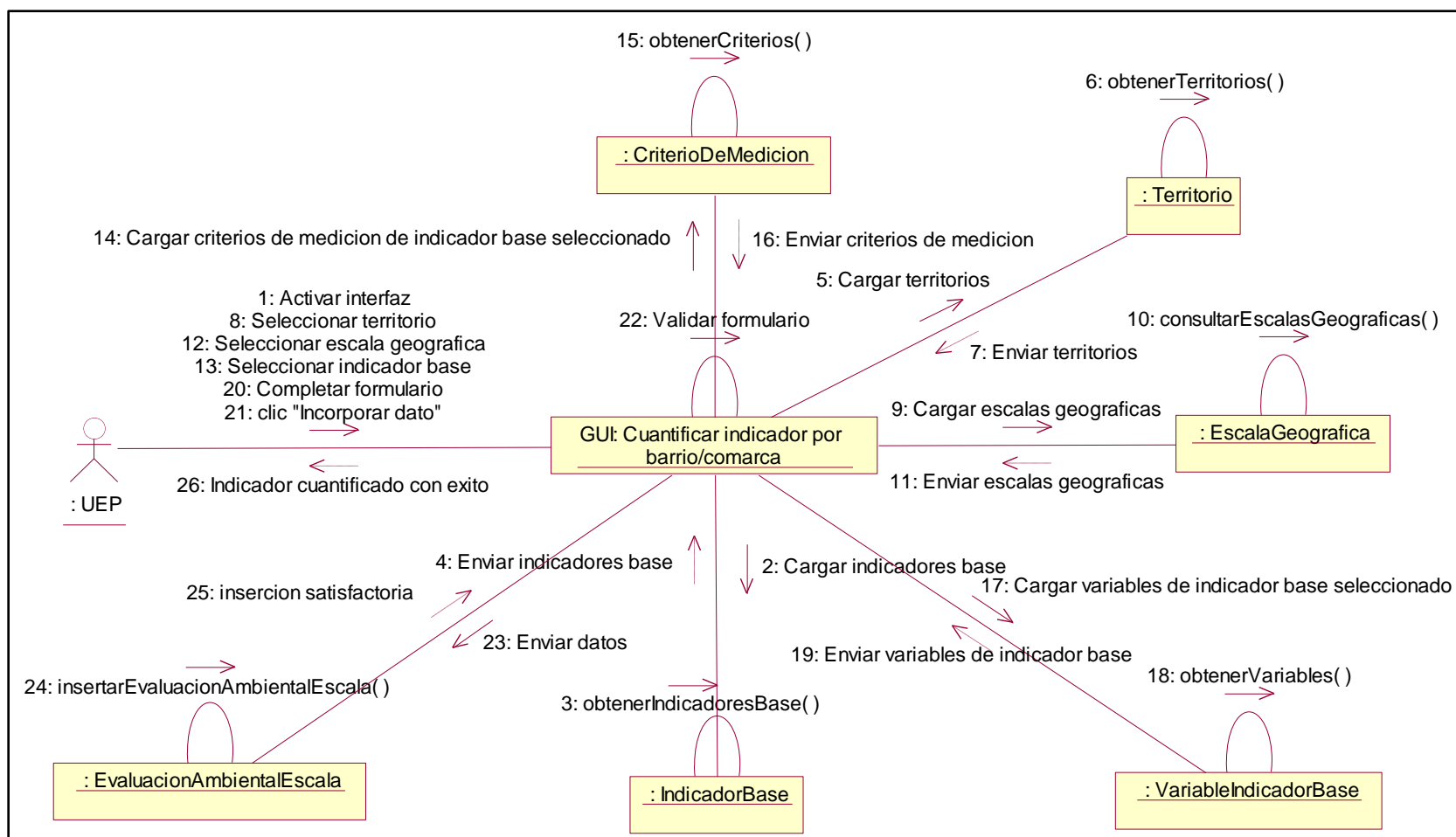


Figura 3.1.3.4. Cuantificar indicador por barrio/comarca (UEP) – Escenario N°2

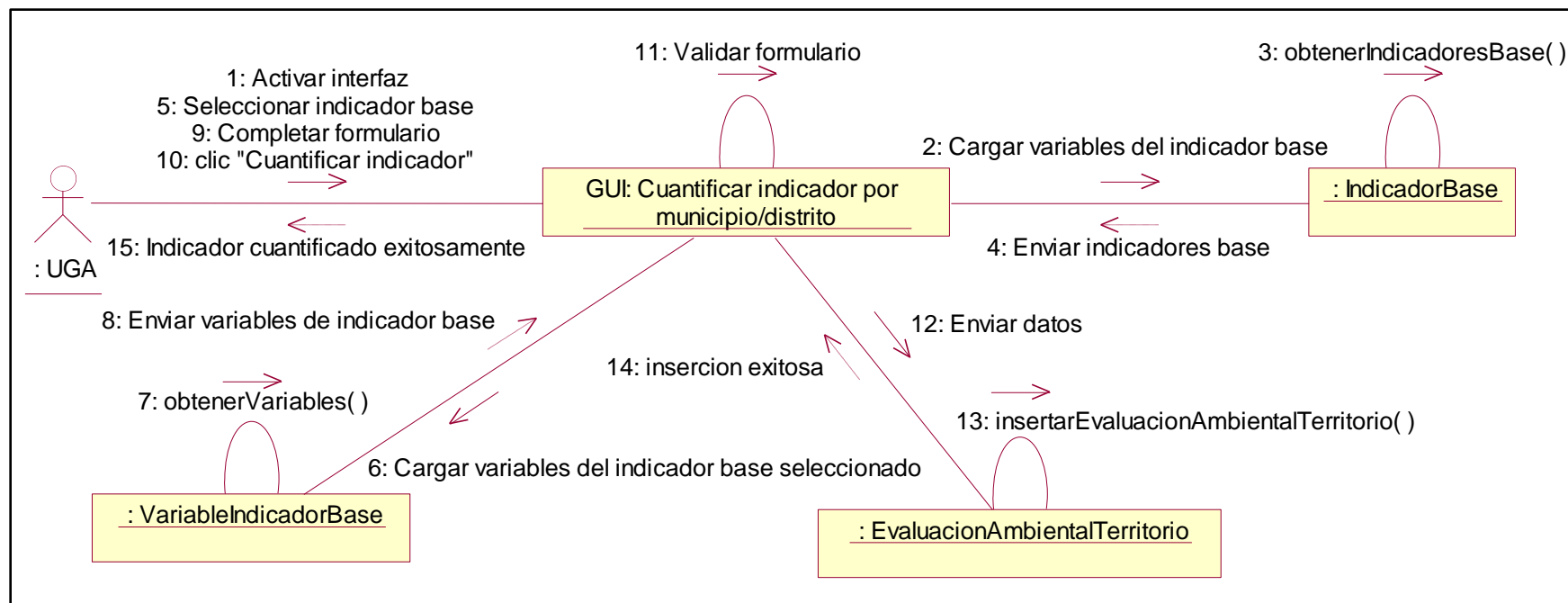


Figura 3.1.3.5. Cuantificar indicador por municipio/distrito (UGA) – Escenario N°1

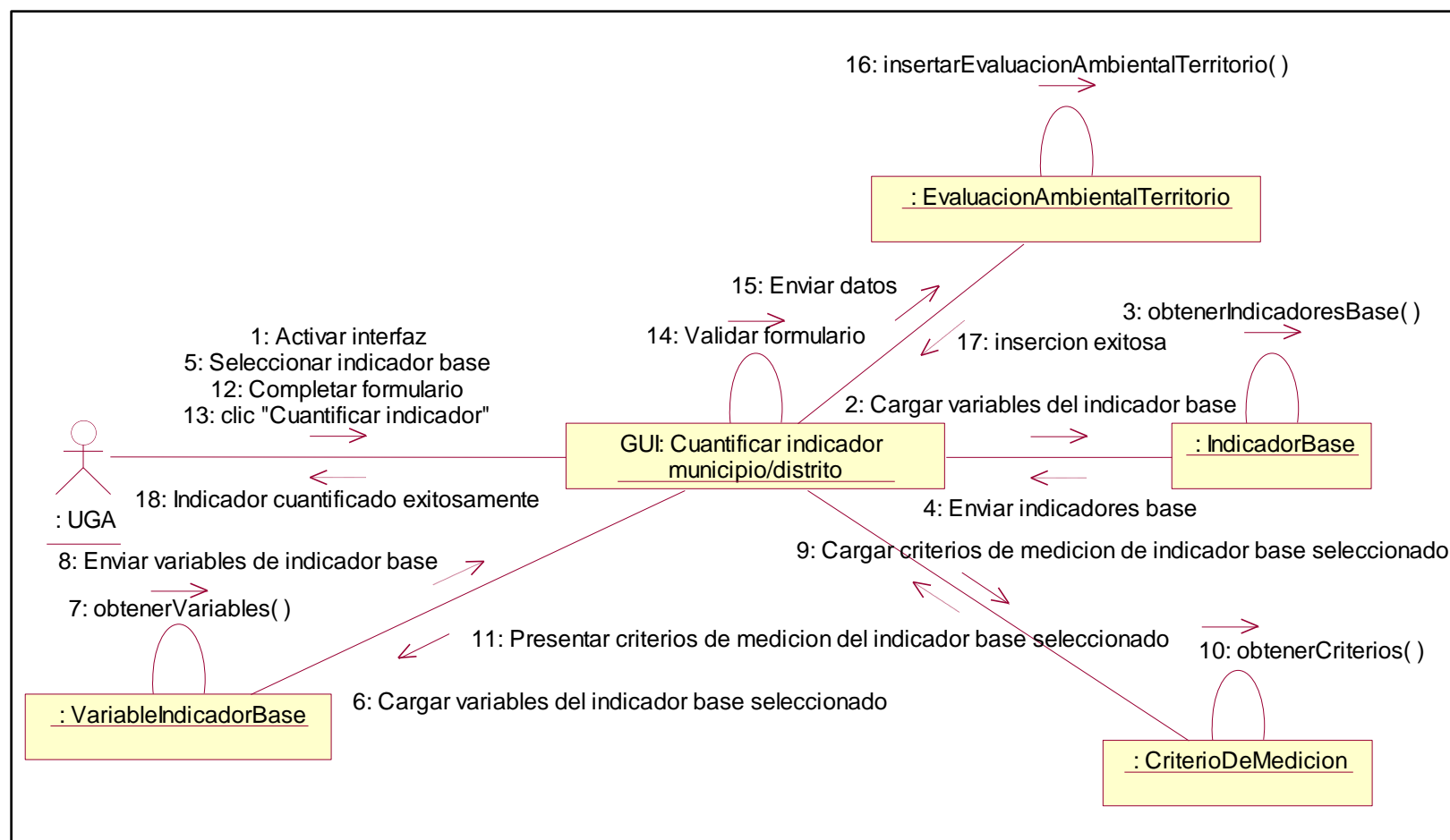


Figura 3.1.3.6. Cuantificar indicador municipio/distrito (UGA) – Escenario N°2

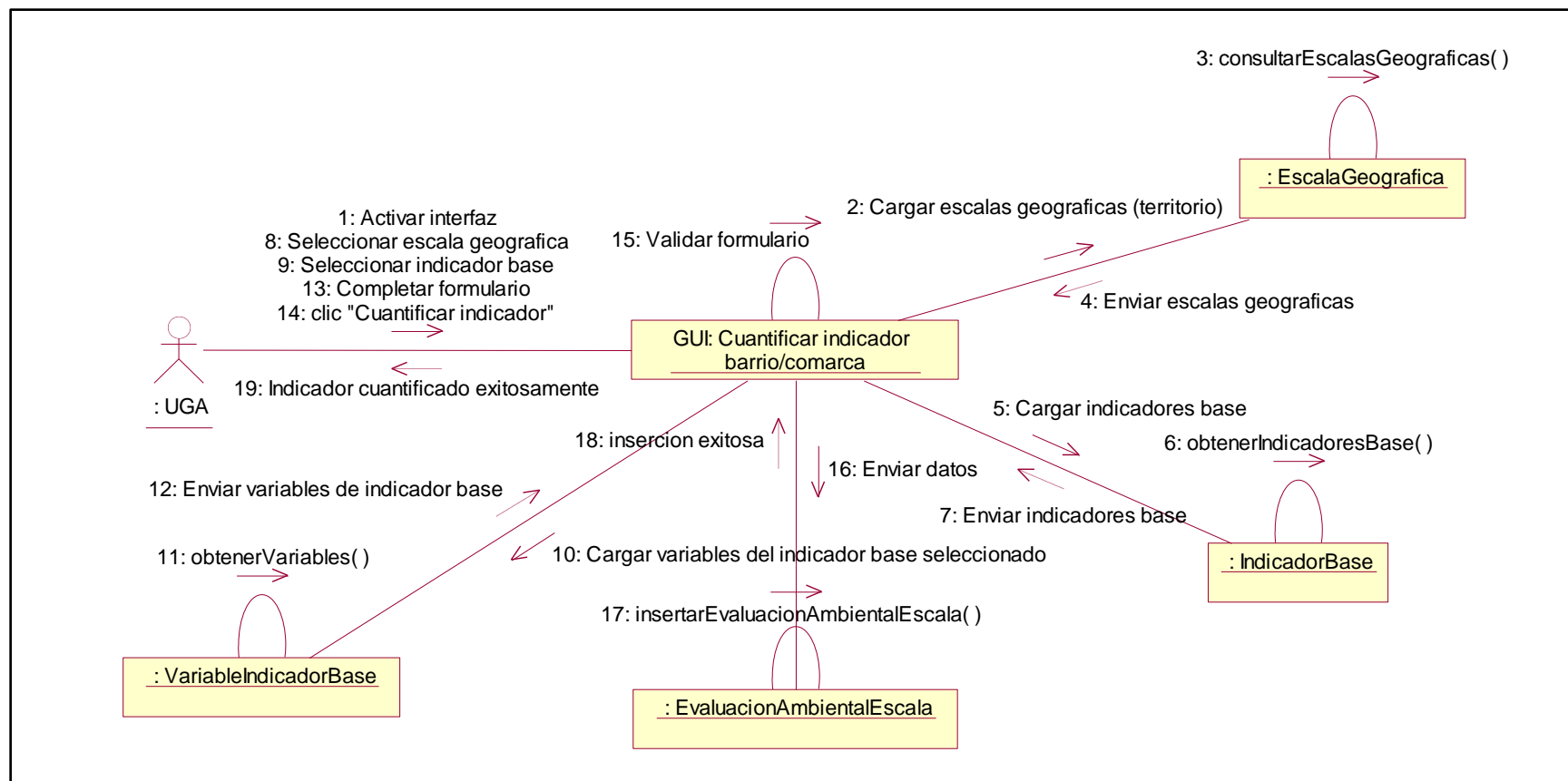


Figura 3.1.3.7.Cuantificar indicador barrio/comarca (UGA) – Escenario N°1

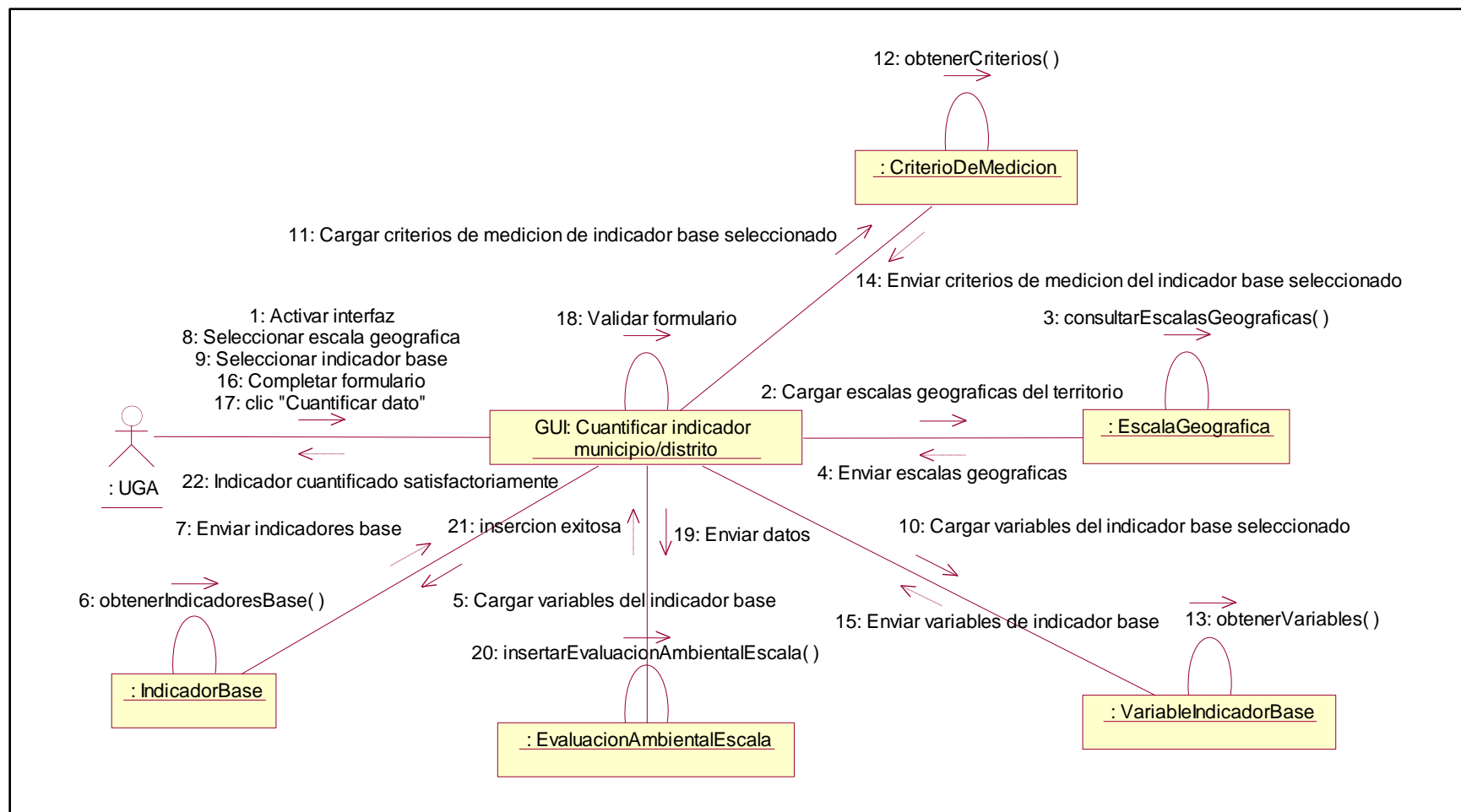


Figura 3.1.3.8. Cuantificar indicador municipio/distrito UGA – Escenario N°2

Los demás diagramas de colaboración se presentan en el **Anexo 17**.

3.1.5. Modelo de presentación

El modelo de presentación está integrado por diagramas de presentación, los cuales proveen de una abstracción de la interfaces gráficas de usuario (GUI) de SIGAM-SCIII. Dicha abstracción posee componentes y layouts de forma tal que facilite el proceso de programación del sistema.

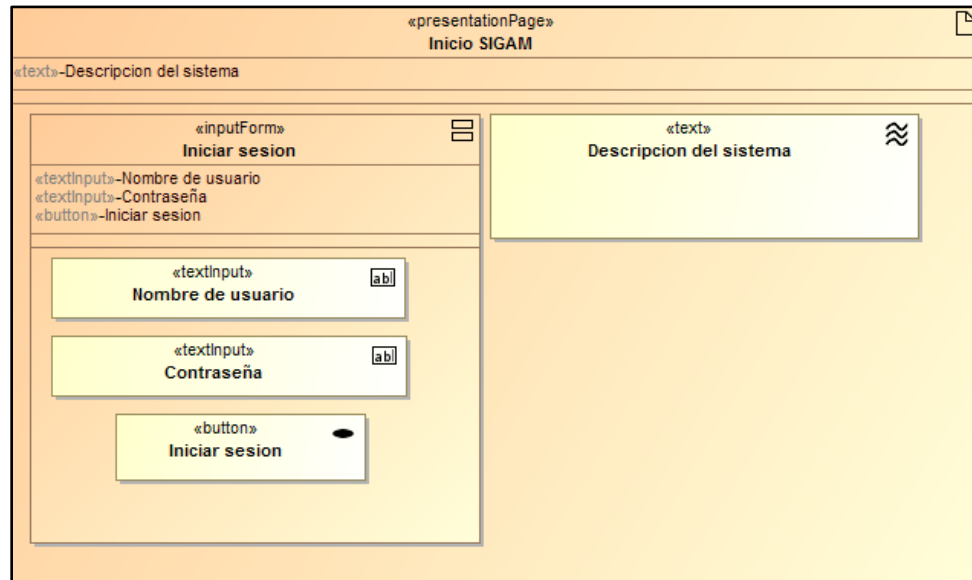


Figura 3.1.5.1 Página de inicio del sistema

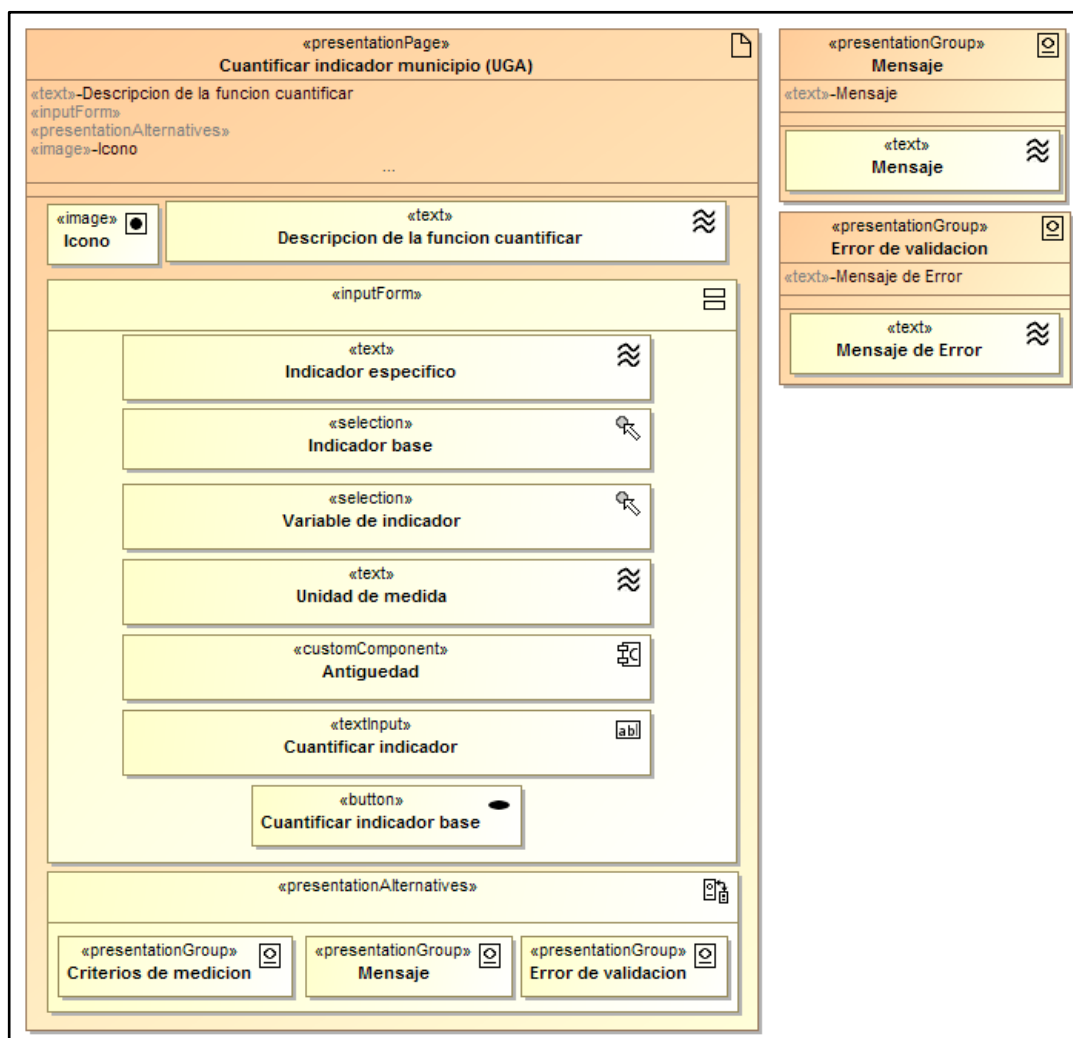


Figura 3.1.5.2 Cuantificar indicador por municipio/distrito (UGA)

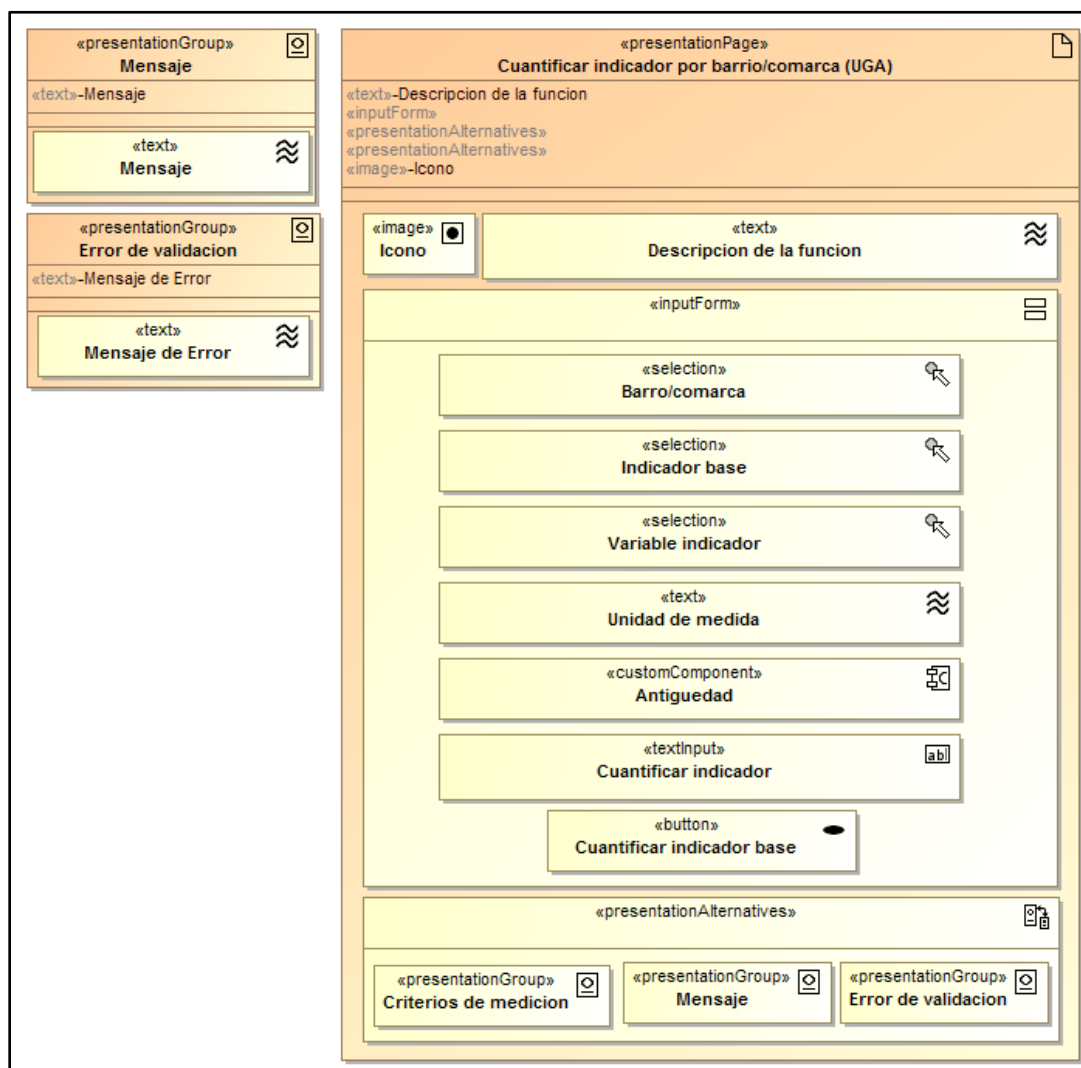


Figura 3.1.5.3 Cuantificar indicador por barrio/comarca (UGA)

«presentationPage»

Cuantificar indicador por municipio/distrito (UEP)

«text»-Descripcion de la funcion

«inputForm»

«presentationAlternatives»

«image»-Icono

«image» Icono

«text» Descripcion de la funcion

«inputForm»

«selection» Municipio/distrito

«text» Indicador especifico

«selection» Indicador base

«selection» Variable indicador base

«customComponent» Antigüedad

«text» Unidad de medida

«textInput» Cuantificar indicador

«button» Cuantificar indicador

«presentationAlternatives»

«presentationGroup» Criterios de medicion

«presentationGroup» Mensaje

«presentationGroup» Error de validacion

«presentationGroup» Mensaje

«text»-Mensaje

«text» Mensaje

«presentationGroup» Error de validacion

«text»-Error de validacion

«text» Error de validacion

Figura 3.1.5.4 Cuantificar indicador por municipio/distrito (UEP)

«presentationGroup»
Mensaje

«text»-Mensaje
...

«text»
Mensaje

«presentationGroup»
Error de validacion

«text»-Error de validacion
...

«text»
Error de validacion

«presentationPage»
Cuantificar indicador por barrio/comarca (UEP)

«text»-Descripcion de la funcion
«image»-Icono
«inputForm»
«presentationAlternatives»

«image»
Icono

«text»
Descripcion de la funcion

«inputForm»

«selection»
Municipio/Distrito

«selection»
Barrio/Comarca

«text»
Indicador especifico

«selection»
Indicador base

«selection»
Variable indicador base

«customComponent»
Antigüedad

«text»
Unidad de medida

«textInput»
Cuantificar indicador

«button»
Cuantificar indicador

«presentationAlternatives»

«presentationGroup»
Criteria de medicion

«presentationGroup»
Mensaje

«presentationGroup»
Error de validacion

Figura 3.1.5.5 Cuantificar indicador por barrio/comarca (UEP)

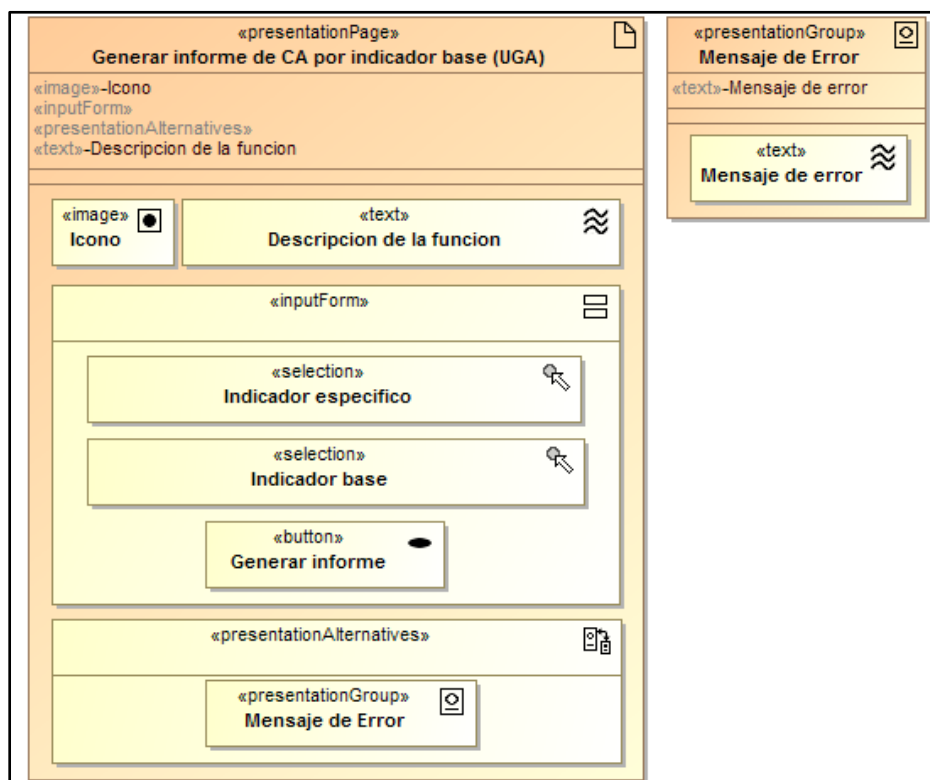


Figura 3.1.5.6 Generar informe de CA por indicador base (UGA)

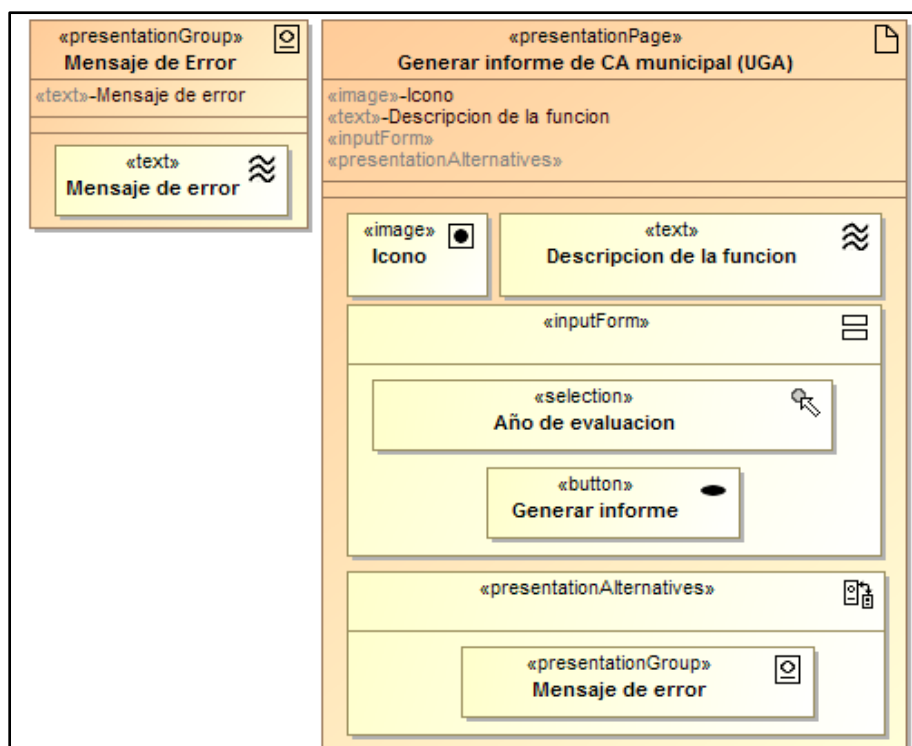


Figura 3.1.5.7 Generar informe de CA municipal (UGA)

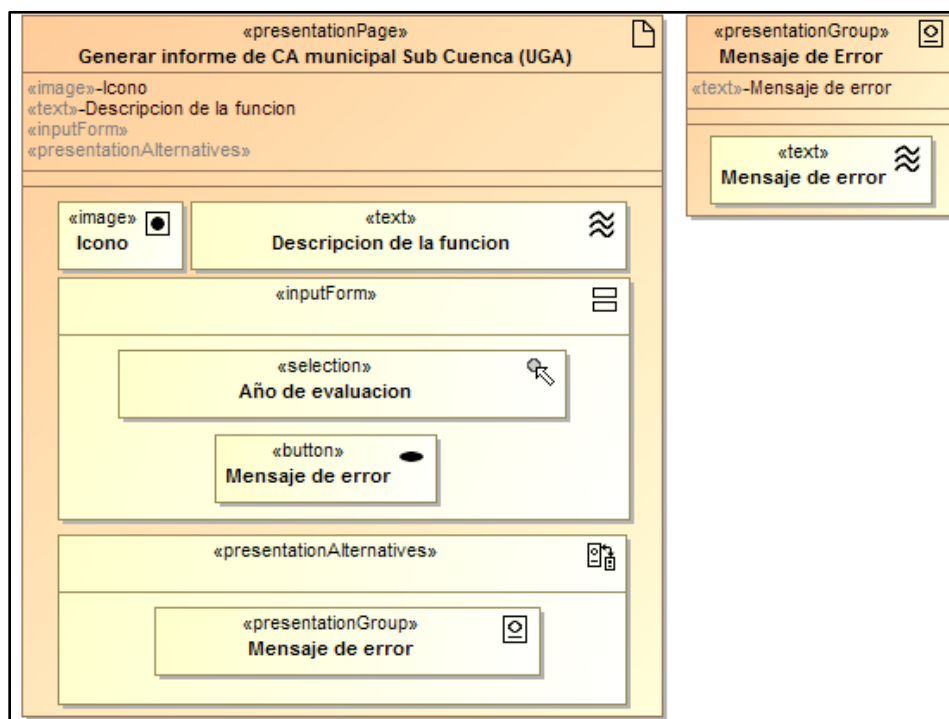


Figura 3.1.5.8 Generar informe de CA municipal Sub Cuenca (UGA)

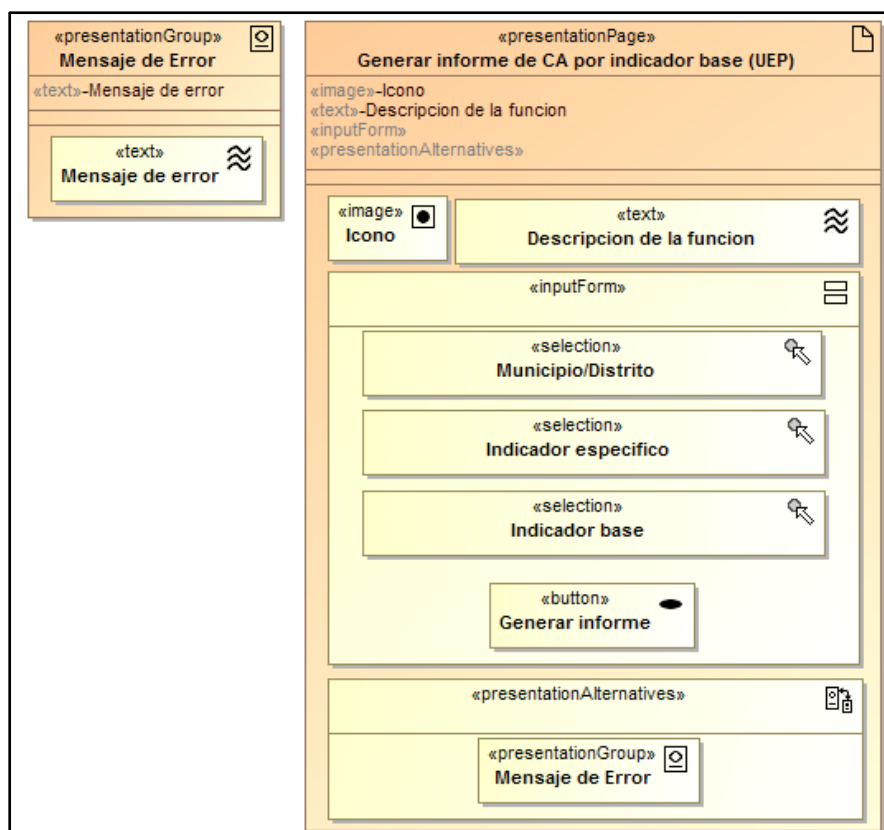


Figura 3.1.5.9 Generar informe de CA por indicador base (UEP)

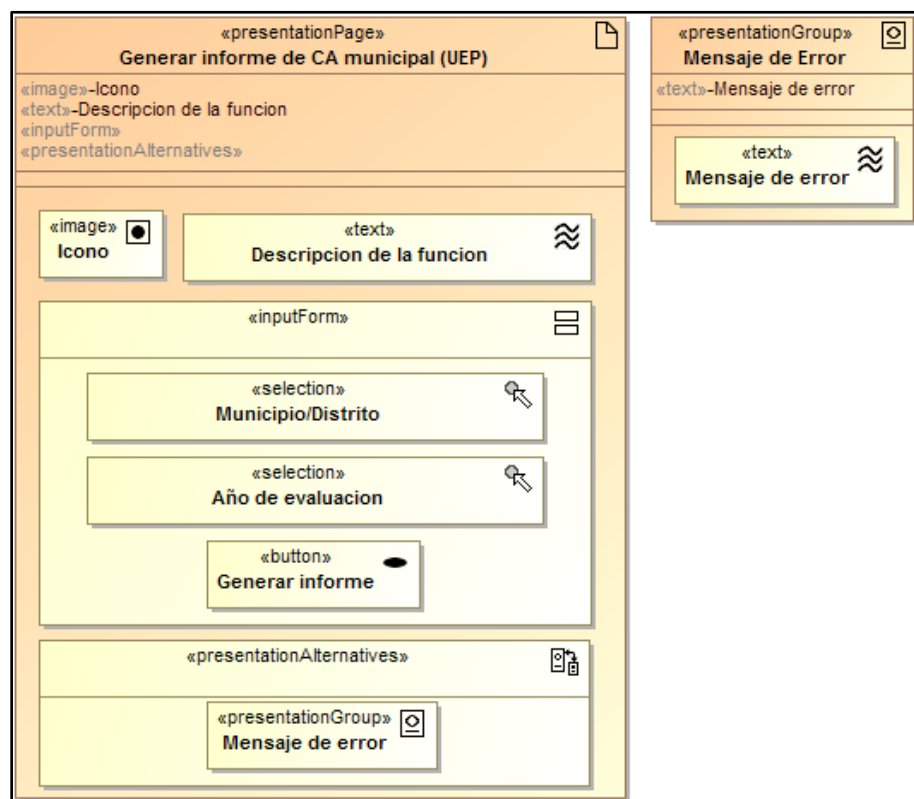


Figura 3.1.5.10 Generar informe de CA municipal (UEP)

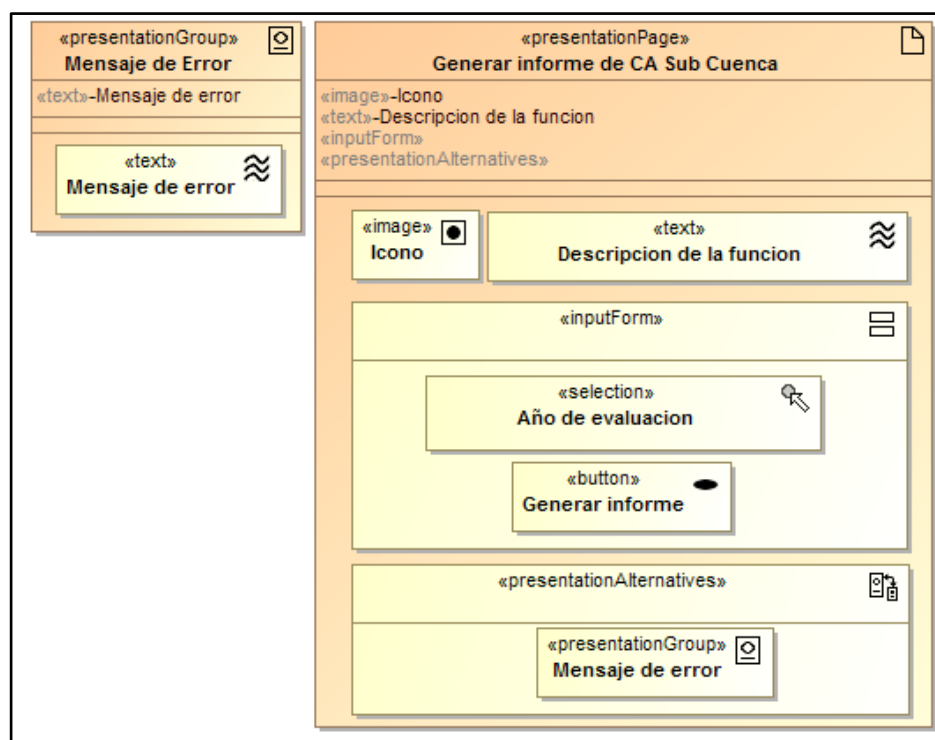


Figura 3.1.5.11 Generar informe de CA Sub Cuenca (UEP)

«presentationPage»

Editar datos indicador (UGA)

«image»-Icono

«text»-Descripcion de la funcion

«inputForm»

«presentationAlternatives»

«image» Icono

«text» Descripcion de la funcion

«inputForm»

«text»Codigo de dato cuantificado

«text»Nivel de incorporacion

«text»Variable indicador base

«text»Dato actual

«textInput»Nuevo dato

«button»Editar dato incorporado

«anchor»Regresar al listado de visualizaciones

«presentationAlternatives»

«presentationGroup»Mensaje de error

«presentationGroup»Mensaje de Error

«text»-Mensaje de error

«text»Mensaje de error

Figura 3.1.5.12 Editar datos indicador (UGA)

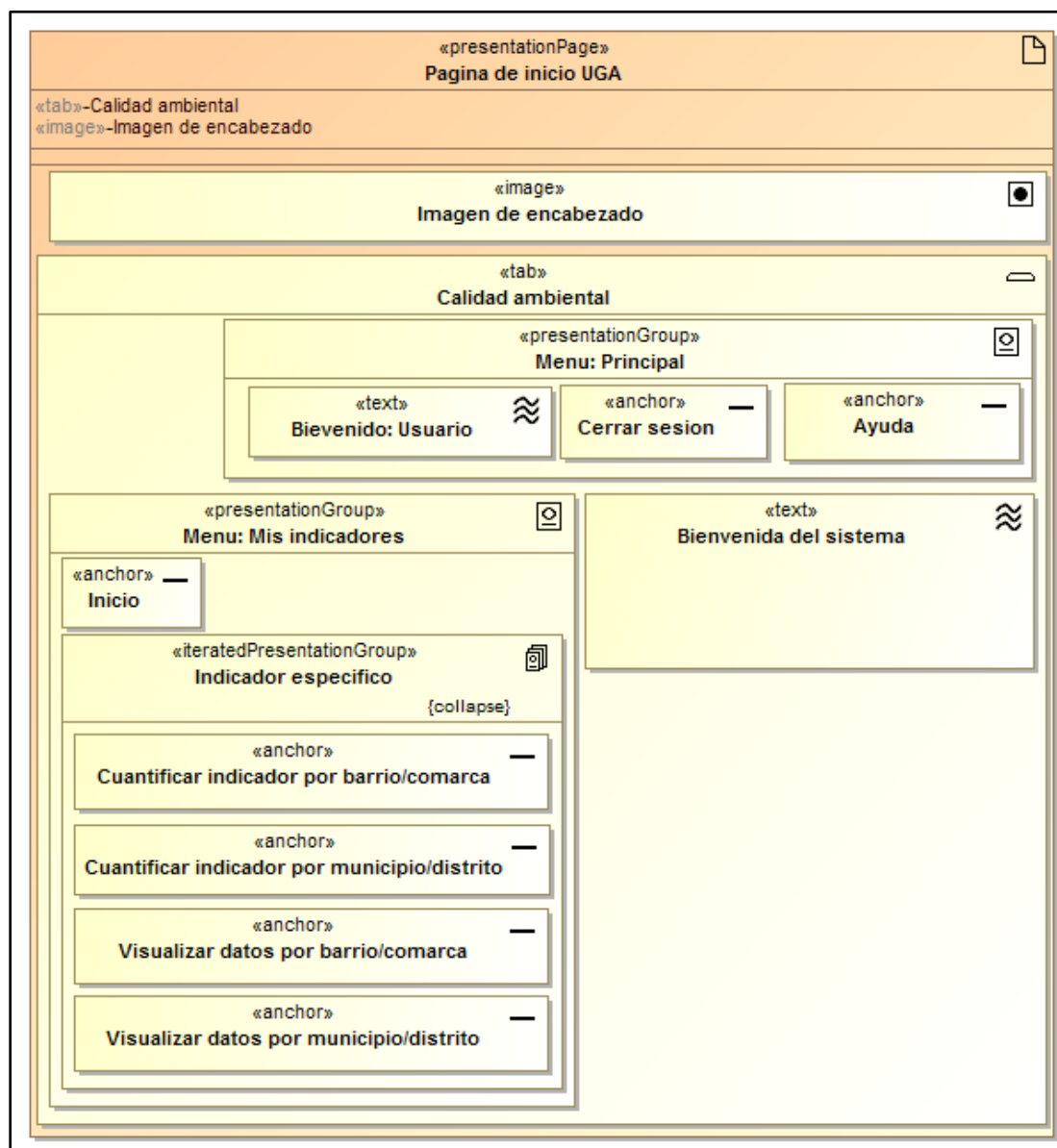


Figura 3.1.5.13 Página de inicio (UGA)

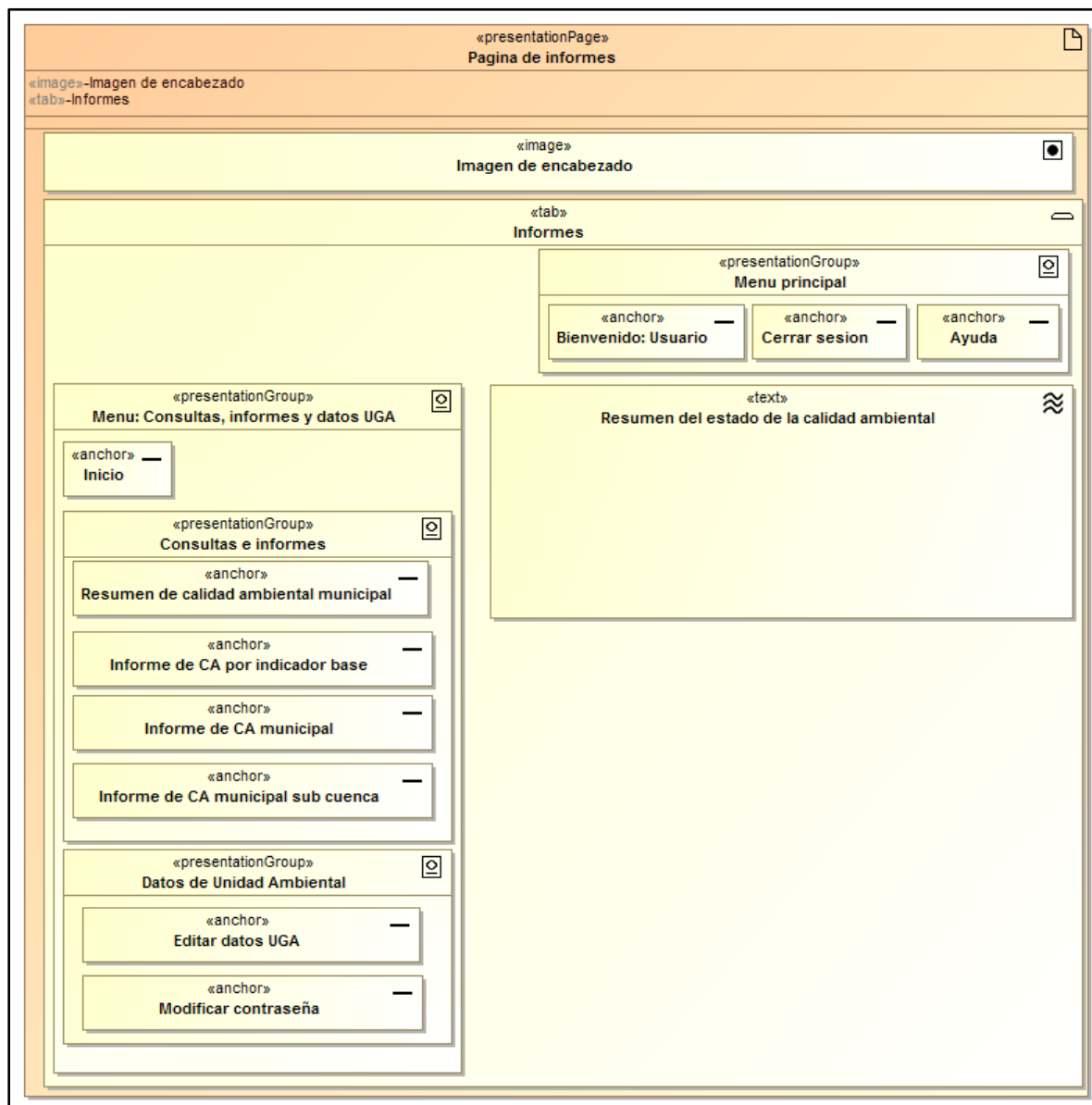


Figura 3.1.5.14 Página de informes (UGA)

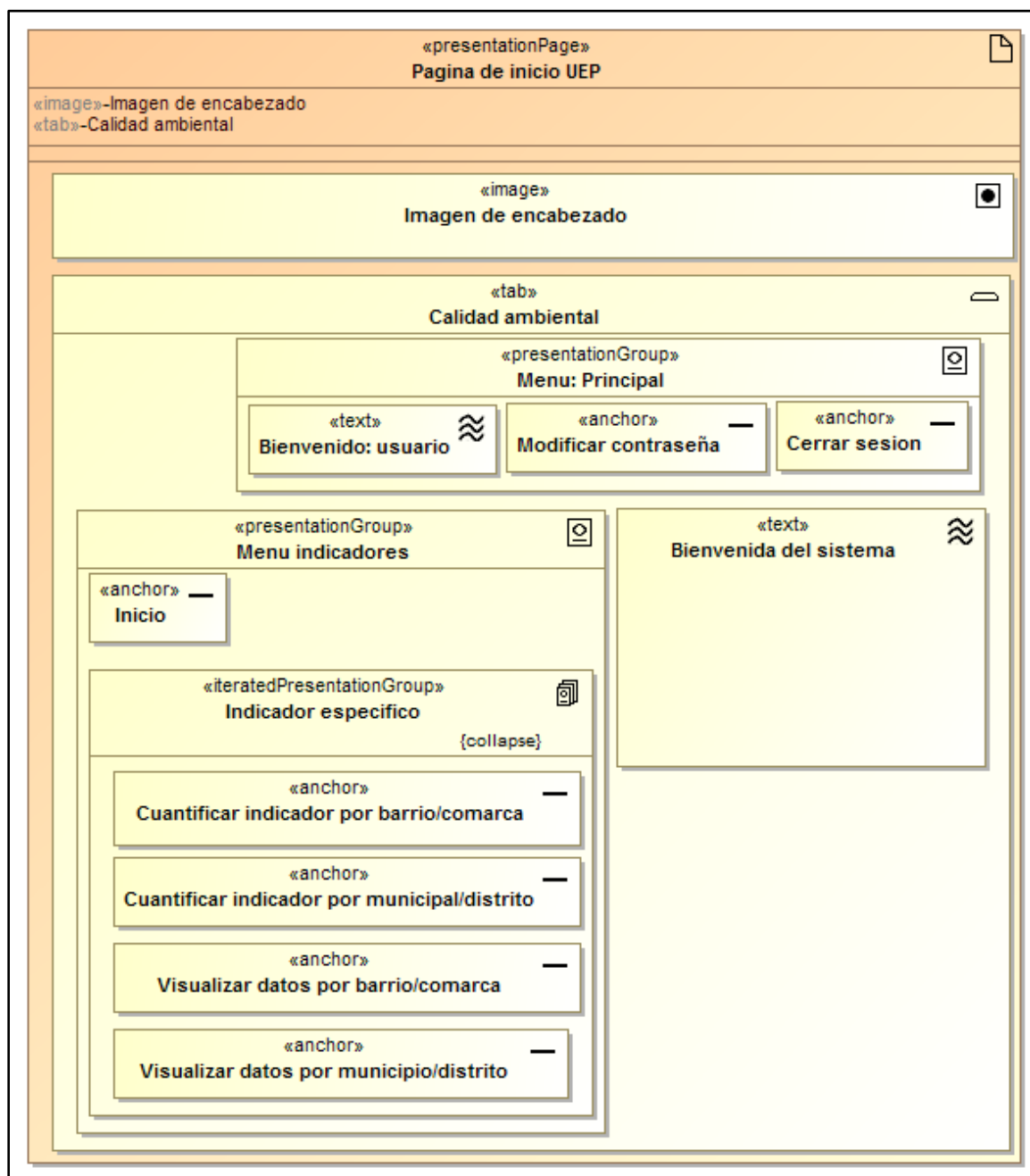


Figura 3.1.5.15 Página de inicio (UEP)

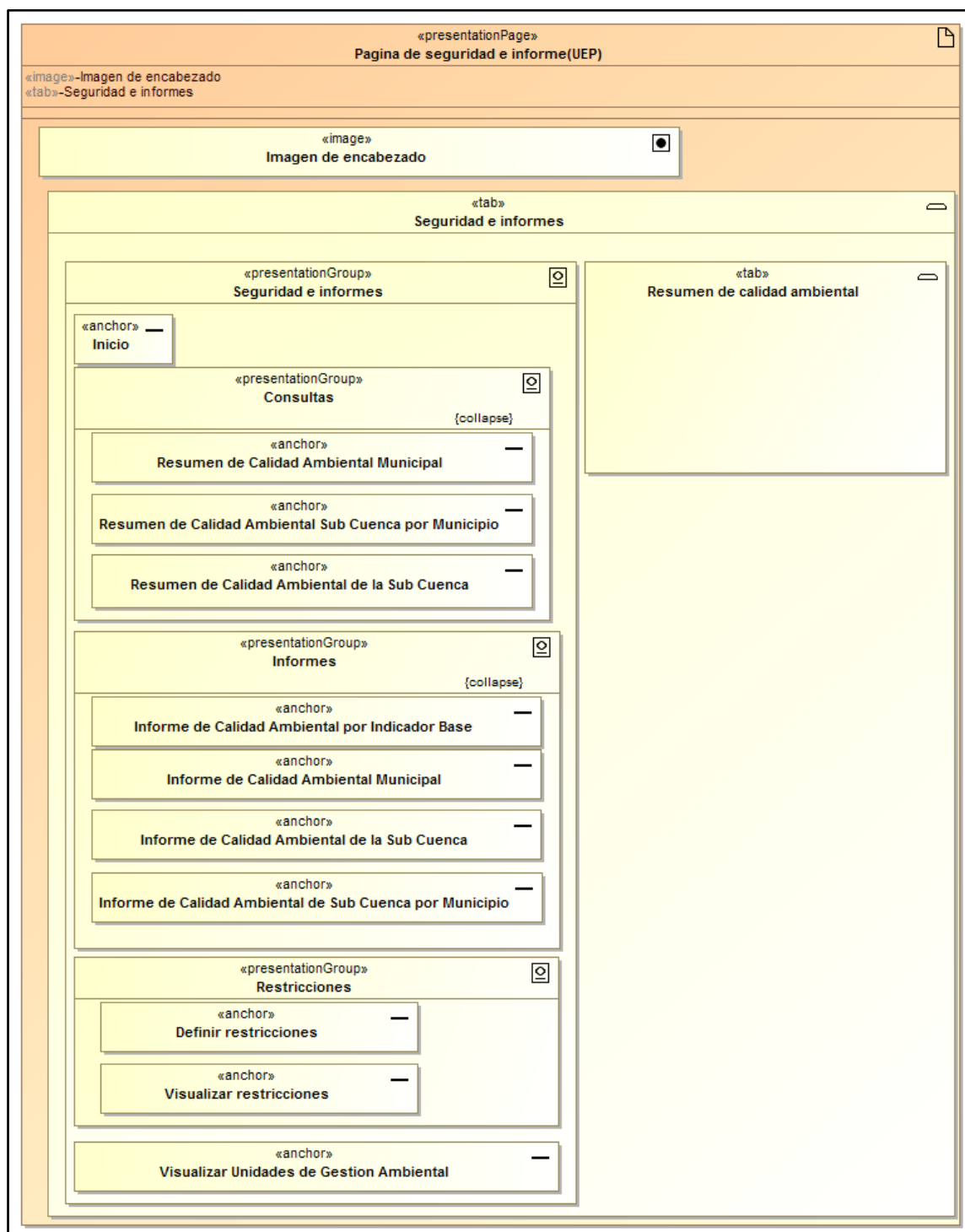


Figura 3.1.5.16 Página de seguridad e informes (UEP)

«presentationPage»

Definir restricciones

«image»-Icono

«text»-Descripcion de la funcion

«inputForm»

«presentationAlternatives»

«image»

Icono

«text»

Descripcion de la funcion

«inputForm»

«presentationGroup»

Datos de la restriccion

«textInput»

Nombre

«textInput»

Descripcion

«selection»

Municipio/Distrito

«presentationGroup»

Datos del indicador

«selection»

Indicador especifico

«selection»

Indicador base

«button»

Definir restriccion

«presentationAlternatives»

«presentationGroup»

Mensaje de error

«presentationGroup»

Mensaje de Error

«text»-Mensaje de error

«text»

Mensaje de error

Figura 3.1.5.17 Definir restricciones

```

classDiagram
    class presentationPage {
        «inputForm»
        «presentationAlternatives»
    }
    class inputForm {
        «textInput» Clave anterior
        «textInput» Nueva clave
        «textInput» Repetir nueva clave
        «button» Modificar clave
    }
    class presentationAlternatives {
        «presentationGroup» Mensaje
    }
    class presentationGroup {
        «text» Mensaje de error
    }
    presentationPage --> inputForm
    presentationPage --> presentationAlternatives
    presentationGroup --> presentationPage
    
```

Figura 3.1.5.18 Modificar contraseña

```

classDiagram
    class presentationPage {
        «image» Icono
        «text» Descripción de la función
        «inputForm»
        «presentationAlternatives»
    }
    class inputForm {
        «selection» Municipio/Distrito
        «selection» Año de evaluación
        «button» Generar informe
    }
    class presentationAlternatives {
        «presentationGroup» Mensaje de error
    }
    class presentationGroup {
        «text» Mensaje de error
    }
    presentationPage --> inputForm
    presentationPage --> presentationAlternatives
    presentationGroup --> presentationPage
    
```

Figura 3.1.5.19 Generar informe de CA Sub Cuenca por municipio (UEP)

«presentationPage»
Editar datos indicador (UEP)

«image»-Icono
«text»-Descripcion de la funcion
«inputForm»
«presentationAlternatives»

«image»
Icono

«text»
Descripcion de la funcion

«inputForm»

«text»
Municipio/Distrito

«text»
Codigo de dato cuantificado

«text»
Nivel de incorporacion

«text»
Variable indicador base

«text»
Dato actual

«textInput»
Nuevo dato

«button»
Editar dato incorporado

«anchor»
Regresar al listado de visualizaciones

«presentationAlternatives»

«presentationGroup»
Mensaje de error

«presentationGroup»
Mensaje de Error

«text»-Mensaje de error

«text»
Mensaje de error

Figura 3.1.5.20 Editar datos indicador (UEP)

3.1.6. Modelo de proceso

En este modelo se definen las acciones que realizan las clases de proceso especificadas en el modelo de navegación.

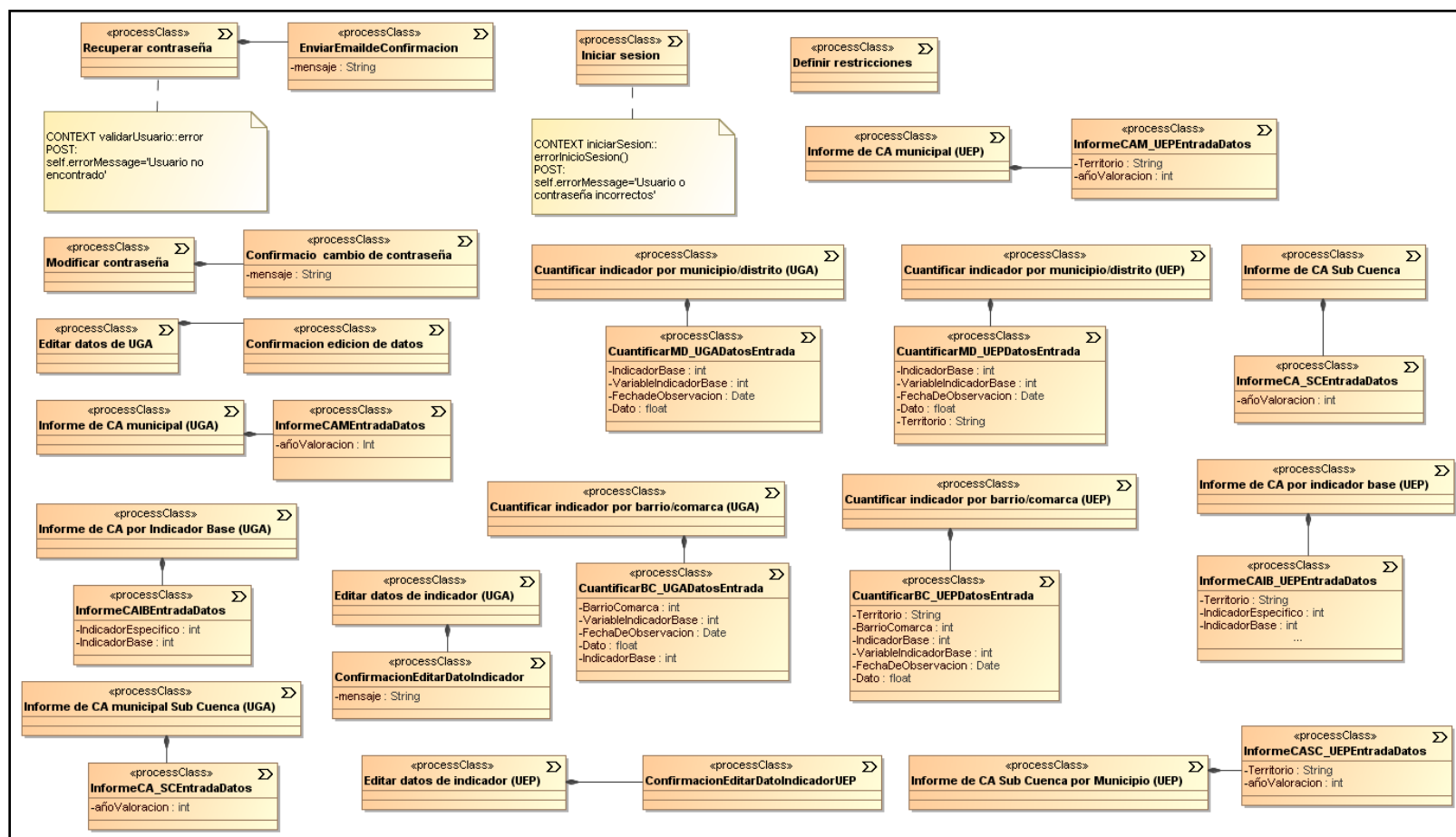


Figura 3.1.6.1 Modelo de proceso

3.1.7. Diagramas de estado

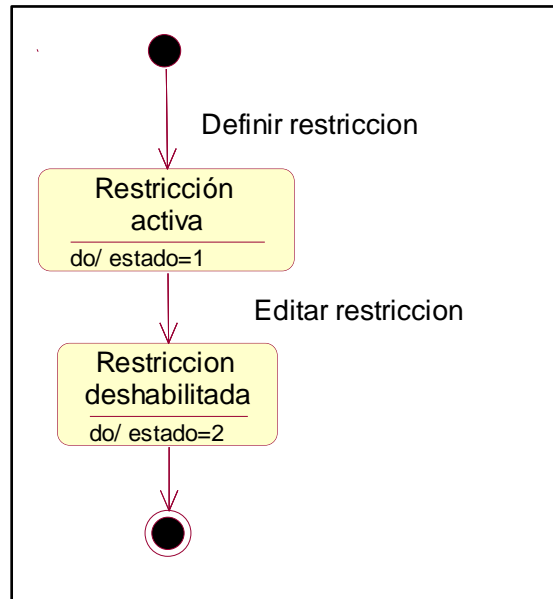


Figura 3.1.7.1 Diagrama de estado del objeto *restricción*.

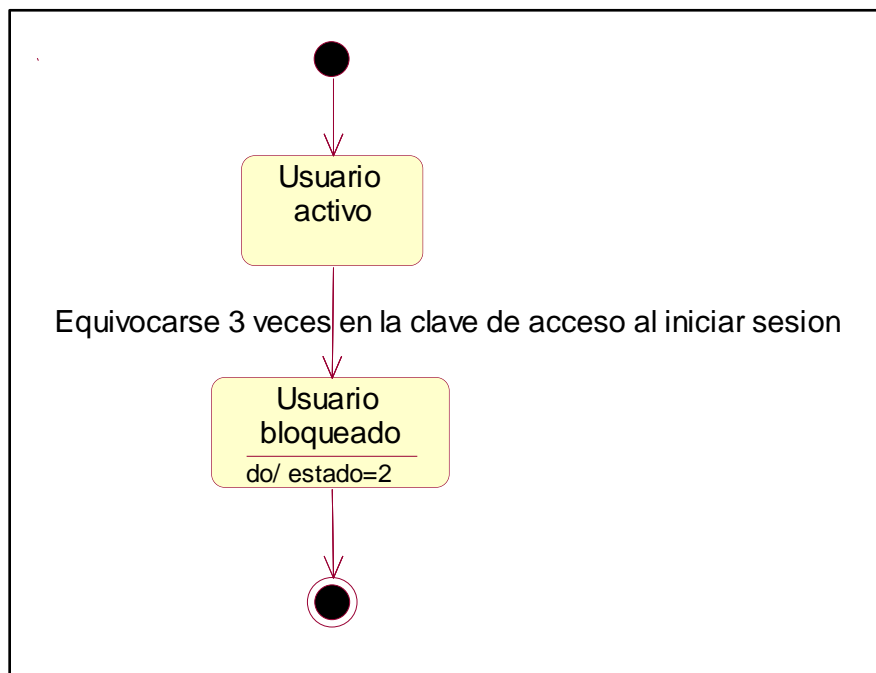


Figura 3.1.7.2 Diagrama de estado del objeto *usuario*.

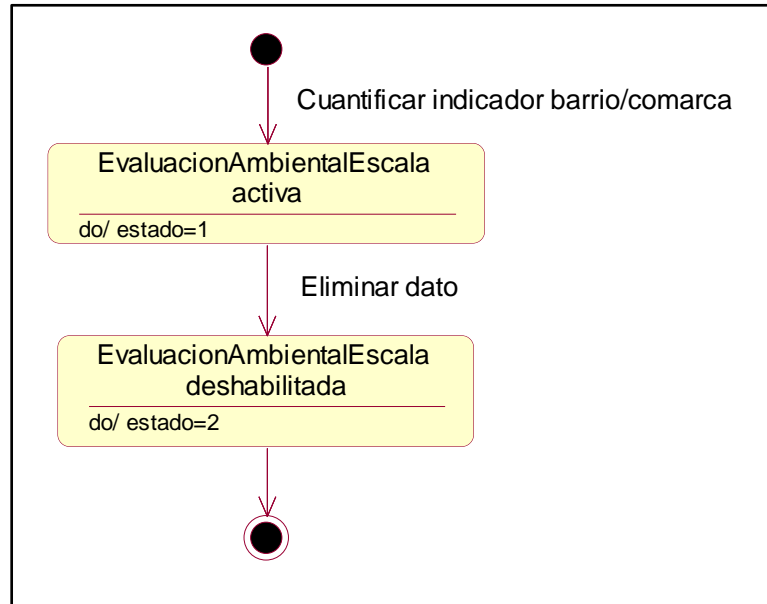


Figura 3.1.7.3 Diagrama de estado del objeto *EvaluacionAmbientalEscala*

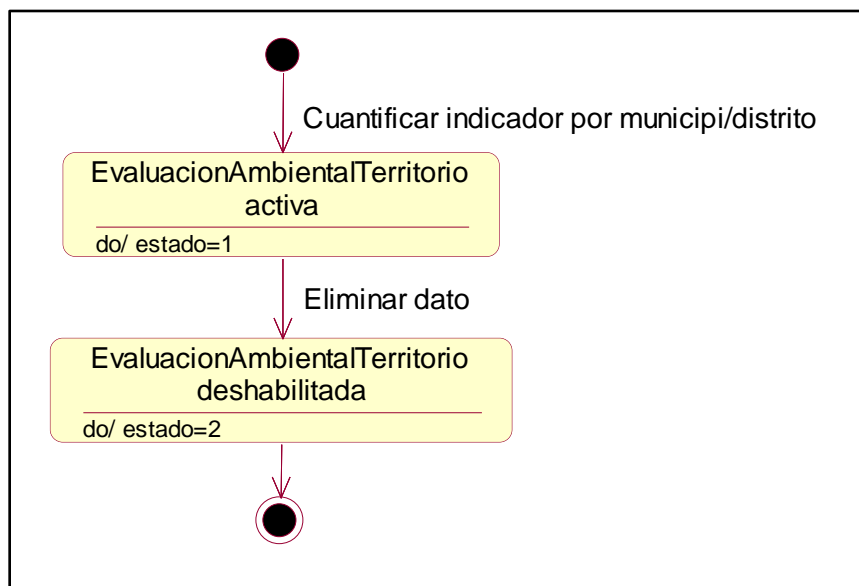


Figura 3.1.7.4 Diagrama de estado del objeto *EvaluacionAmbientalTerritorio*

3.2. Diseño de la base de datos

En la **Figura 3.2.1** se presenta la estructura de la base de datos del sistema de monitoreo a través del modelo de datos.

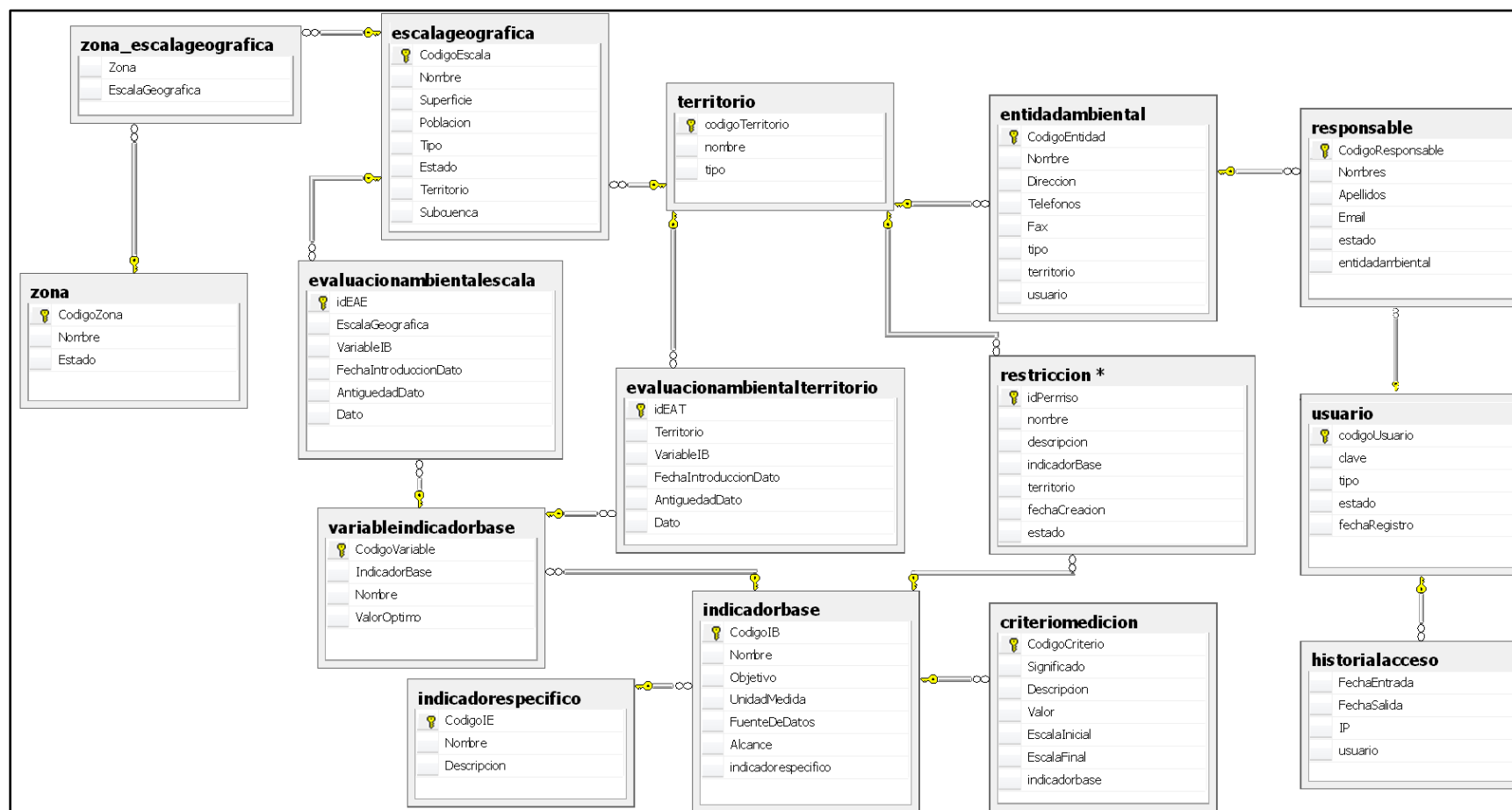


Figura 3.2.1. Modelo de datos

3.3. Diseño de interfaces gráficas de usuario (GUI)

3.3.1 Principios generales de diseño de interfaces gráficas de usuario

Durante el proceso de programación de la interfaz gráfica se tomó como base fundamental el *modelo de diseño* generado en la fase del mismo nombre, presentada en el capítulo anterior y los atributos que caracterizan los sistemas basados en web: sensibilidad al contenido, estética e inmediatez³¹.



Figura 3.3.1.1. Página de inicio del actor UEP.

La integración de HTML5, CSS3, JQuery y JavaScript permitió diseñar GUI amigables y adaptables a cualquier resolución de pantalla. A continuación se presenta una muestra de las interfaces de usuario de SIGAM-SCIII. Cada función dentro del sistema se acompaña de un ícono representativo y una descripción para hacer mucho más intuitivo el funcionamiento del mismo.

³¹Pressman, Roger. (2006).Ingeniería de Software un enfoque práctico (6ta Ed.).McGraw Hill: México

SIGAM-SCIII

Sistema de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental
Municipios de la Subcuenca III, Cuenca Sur del Lago de

CALIDAD
AMBIENTAL

SEGURIDAD E
INFORMES

Bienvenido UEP | [Modificar Contraseña](#) | [Cerrar sesión](#)

Bienvenido al Sistema de Monitoreo de la Gestión Ambiental de la Subcuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua

El objetivo de SIGAM-SCIII es identificar y sistematizar la información sobre el estado y calidad ambiental actual de los municipios y distritos de la Subcuenca III de forma periódica, con fines asertivos en la toma de decisiones alrededor de la recuperación y conservación de la Subcuenca.

Calidad Ambiental Municipios / Distritos

A continuación se presenta el resumen del estado de la calidad ambiental del Municipio / Distrito categorizados por indicadores específicos, para visualizar hacer clic en los subtítulos bajo los iconos.

El Crucero

Ticuantepé

La Concepción

Nindirí

Distrito V

Distrito VI

Distrito VII

Estado de la Calidad Ambiental de El Crucero


Manejo de Residuos
Sólidos


Calidad del Aire


Calidad del Agua







Figura 3.3.1.2 Páginas adaptables a resolución variable.



Figura 3.3.1.3. Página de seguridad e informes del actor UEP.



Figura 3.3.1.4. Página de inicio del actor UGA.



Figura 3.3.1.5. Página de informes del actor UGA.

Manejo de los desechos sólidos >> Cuantificar indicador por Municipio / Distrito

Para incorporar datos del/los indicador/es base que pertenecen al indicador específico seleccionado por territorio debe seleccionar el indicador base y la variable a la que corresponde el dato.

Datos del Indicador a cuantificar

Seleccione el Municipio / Distrito: -- Seleccionar territorio --

Indicador específico seleccionado: Manejo de los desechos sólidos

Seleccione el indicador base: BASUREROS CRONICOS-ILEGALES

Seleccione la variable del indicador: -- seleccione variable --

Indique la fecha de observación:

Unidad de medida del indicador: Toneladas

Cuantifique el indicador:

* Campos requeridos.

Cuantificar indicador

Figura 3.3.1.6. Cuantificar indicador por municipio/distrito del actor UEP.

V. CONCLUSIONES

Una vez finalizada la presente obra consistente en el desarrollo del *Sistema de Información Web de Monitoreo de la Calidad y Gestión Ambiental de los Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (SIGAM-SCIII)* y habiendo cumplido los objetivos establecidos, se pueden precisar las siguientes conclusiones:

- Se analizó el modelo de negocios de AMUSCLAM por medio del cual se obtuvieron las actividades llevadas a cabo en el proceso de monitoreo del estado de la calidad ambiental de la sub cuenca, estableciendo de esta forma los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema a desarrollar.
- A través del estudio de factibilidad se determinó la viabilidad del desarrollo de SIGAM-SCIII a nivel técnico, operativo y económico. Para ello se analizó la infraestructura tecnológica actual a nivel de hardware, software y comunicaciones, así mismo las necesidades de personal, capacitación y se calculó el costo del software.
- Se analizaron los requerimientos obteniendo el modelo de requerimientos, el cual fue la base para el diseño del sistema utilizando la metodología UWE (UML-Based Web Engineering) estableciendo el modelo de casos de uso, modelo de contenido, modelo Navegacional y el modelo de presentación. Además se elaboraron los diagramas actividad, secuencia, colaboración y estados de UML para tener una visión más amplia del sistema.

- Se programó el sistema de monitoreo con tecnologías web del lado del cliente (HTML5, CSS3, JQuery y JavaScript) y del servidor (ASP.NET con Visual Basic.NET y SQL Server 2008), con base en el *modelo de diseño* y considerando elementos gráficos que ofrezcan al usuario una experiencia agradable y doten a SIGAM-SCIII de usabilidad. Como valor agregado se desarrolló un sistema adaptativo a distintas resoluciones de pantalla.

A través de Sistema de Información Web SIGAM-SCIII desarrollado en la presente obra, se proveerá a la Asociación de Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua (AMUSCLAM) de una herramienta para la identificación de problemas ambientales y áreas de riesgo, lo que facilitará la creación de estrategias en beneficio de la preservación de los recursos naturales del territorio – Sub Cuenca III – y del mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, por tanto contribuirá al bienestar de la sociedad.

VI. RECOMENDACIONES

Sobre la base de las conclusiones se establecen las siguientes recomendaciones:

- Que la Asociación de Municipios de la Sub Cuenca III, Cuenca Sur del Lago de Managua utilice el sistema a fin de tomar decisiones asertivas y generar soluciones con relación a la conservación de las municipalidades de la Sub Cuenca III.
- Para un mejor funcionamiento del sistema resulta necesario establecer políticas para que los usuarios involucrados provean de una retroalimentación periódica de datos.
- Establecer políticas sobre el cambio y longitud de contraseñas para acceder al sistema.
- Establecer medidas de seguridad en la configuración del servidor para disminuir ataques que perjudiquen el rendimiento, produzcan caída de servicios y violación de la integridad de los datos almacenados en el mismo. Entre éstas: limitar el número de direcciones MAC, habilitar en el servidor únicamente los puertos que estén siendo utilizados en los servicios y cambiar los valores por defecto y utilizar la versión segura del protocolo seguro de transferencia de hipertexto (https) y creación de VPN.
- Proveer de un software antivirus que al mismo tiempo pueda ser utilizado como firewall en las estaciones de trabajo de los responsables y técnicos de las Unidades de Gestión Ambiental y Unidad Ejecutora de Proyectos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

7.1 Bibliografía

- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (1999). **El lenguaje unificado de modelado**. México D.F.: Addison Wesley.
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2000). **El Proceso Unificado de Desarrollo de Software**. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Castaño, Reynaldo. (2011). **Sistemas de información**. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Cohen Karen, Daniel y Asín Lares Enrique. **Sistemas de información para los negocios: un enfoque para la toma de decisiones**. PENDIENTE.
- Hernández Sampieri, Roberto (1998). **Metodología de la Investigación**. Segunda Edición. McGraw-Hill.México, 1998.g
- Hernández Hidalgo, Heimdall (2009). **Instrumental metodológica para la valoración ambiental de medio construido e asentamientos rurales del municipio de Masaya, Nicaragua**. Tesis presentada para obtener el Grado Científico de Doctor en Ciencias del Ambiente. Programa de Estudios Ambientales Urbanos y Territoriales, Universidad nacional de Ingeniería. Managua.
- Hernández Hidalgo, Heimdall. (2009). **Instrumental para la valoración ambiental del medio construido de los asentamientos rurales**. Nexa Revista Científica, 22(01), pp. 2-9. doi: 1818-6742.
- Médez Álvarez, Carlos E. (2001). **Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación** (3ra Ed). Bogotá Colombia: McGrawHill Interiberoamerica, S.A.
- Mendoza, Francisco. (2010). **Metodología de Determinación De Indicadores De Vulnerabilidad para Centroamérica y República Dominicana**.

- Pressman, Roger. (2006). **Ingeniería de Software un enfoque práctico** (6ta Ed.). México:Mc Graw Hill.
- Schmuller, Joseph. (2000). **Aprendiendo UML en 24 Horas**. México: Pearson Educación.

7.2. Bibliografía Electrónica

- Ludwig-Maximilians-Universität München, Institute for Informatics, Research Unit of Programming and Software Engineering. **UWE – UML-based Web Engineering**. Recuperado en agosto de 2012, de <http://uwe.pst.ifi.lmu.de/teachingTutorialSpanish.html>
- Universidad Carlos III de Madrid (2010, 20 de enero). **Estudio la Metodología UWE**. Recuperado el en agosto de 2012, de <http://www.fileden.com/files/2009/12/21/2697155/Estudio%20de%20UWE.pdf>
- Universidad de Sonora, Proyecto seguimiento de seguimientos a los cursos de estadística. **Muestreo**. Recuperado en agosto de 2012, de <http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestreo.pdf>
- Wikipedia. **COCOMO**. Recuperado en octubre de 2012, de <http://es.wikipedia.org/wiki/COCOMO>
- Wikipedia. **Investigación**. Recuperado en agosto de 2012, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Investigaci%C3%B3n>
- Wikipedia. **Aplicaciones Web**. Recuperado en agosto de 2012, de http://es.wikipedia.org/wiki/Aplicaci%C3%B3n_web
- Wikipedia. Proceso Unificado de Rational (RUP). Recuperado en agosto 2012, de http://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_Unificado